



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 33 228 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 L 3/10**  
B 60 L 15/20

⑦ Aktenzeichen: 101 33 228.9  
⑧ Anmeldetag: 9. 7. 2001  
⑨ Offenlegungstag: 28. 3. 2002

**DE 101 33 228 A 1**

③① Unionspriorität:

P2000-207900	10. 07. 2000	JP
P2000-207899	10. 07. 2000	JP
P2000-207901	10. 07. 2000	JP
P2000-215036	14. 07. 2000	JP

⑦① Anmelder:

Kabushiki Kaisha Toyota Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑦② Erfinder:

Ishikawa, Kazuo, Kariya, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Antriebssteuervorrichtung für elektrische Betriebsfahrzeuge

⑤⑦ Ein Schubgabelstapler hat ein Hinterrad, das ein Antriebsrad ist, und Vorderräder, die Schleppräder sind. Das Hinterrad wird durch einen Motor angetrieben. Eine Steuervorrichtung berechnet ein Sollmoment des Motors entsprechend der Betätigungsgröße eines Beschleunigungshebels und steuert den Motor derart, dass der Motor das berechnete Sollmoment erzeugt. Die Steuervorrichtung berechnet einen Durchdrehungswert, der den Durchdrehungsgrad des Hinterrads darstellt, auf der Grundlage der Drehzahl des Hinterrads und der Drehzahl der Vorderräder. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts einen vorbestimmten Durchdrehungsbestimmungswert überschreitet, dann verringert die Steuervorrichtung das Sollmoment durch eine vorbestimmte Rate, um eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur auszuführen. Infolgedessen wird mit einem einfachen Aufbau das Durchdrehen des Hinterrads zuverlässig gestoppt.

**DE 101 33 228 A 1**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Antriebssteuervorrichtung für elektrische Betriebsfahrzeuge wie zum Beispiel ein Schubgabelstapler.

[0002] Ein üblicher Schubgabelstapler hat ein Paar sich nach vorn erstreckende Schubbeine. Ein Paar Vorderräder, die Schleppräder sind, ist entsprechend durch die Schubbeine gestützt. Ein Hinterrad und eine Schwenkrolle sind an dem hinteren Bodenabschnitt der Fahrzeugkarosserie angeordnet. Das Hinterrad wirkt als ein Antriebsrad und als ein gelenktes Rad, und die Schwenkrolle wirkt als ein Schlepprad. Ein Mastbaugruppe befindet sich zwischen den Schubbeinen. Die Mastbaugruppe hat eine Gabel, die angehoben und abgesenkt wird. Die Mastbaugruppe wird entlang den Schubbeinen vor- und zurückbewegt.

[0003] Die auf das Hinterrad wirkende Last, das als ein Antriebsrad dient, ändert sich entsprechend der Position der Mastbaugruppe und des Gewichts einer durch die Gabel getragenen Last. Wenn sich die Mastbaugruppe an der vordersten Position befindet und das Gewicht einer Last auf der Gabel den maximal akzeptablen Wert hat, dann ist die auf das Antriebsrad wirkende Last minimiert. In diesem Zustand wird das Antriebsrad durchdrehen, wenn der Gabelstapler auf einem nassen Betonboden oder auf einem Boden in einem Kühlraum gestartet wird. Dies verhindert nicht nur eine schnelle Beschleunigung des Fahrzeugs, sondern bewirkt auch eine Schwenkung des Fahrzeughecks nach links und nach rechts. Außerdem wird das Antriebsrad durch das Durchdrehen frühzeitig verschlissen.

[0004] Zum Verhindern des Durchdrehens des Antriebsrads ist in den Japanischen ungeprüften Patentoffenlegungsschriften Nr. 2-299402, Nr. 3-27701 und Nr. 11-178120 jeweils eine Vorrichtung offenbart, die das Moment von einem Motor verringert.

[0005] Insbesondere verringert jede Vorrichtung das Moment von einem ein Antriebsrad antreibenden Motor, wenn das Antriebsrad durchdreht.

[0006] Bei den Vorrichtungen gemäß den Offenlegungsschriften Nr. 2-299402 und Nr. 3-27701 wird auf der Grundlage der Drehzahl eines Motor und eines in den Motor eingespeisten Stroms erfasst, ob ein Antriebsrad durchdreht. Bei der Vorrichtung gemäß der Offenlegungsschrift Nr. 11-178120 wird auf der Grundlage der Drehzahl und der Beschleunigung eines Antriebsrads erfasst, ob das Antriebsrad durchdreht.

[0007] Die vorstehend genannten Offenlegungsschriften offenbaren keinerlei Verfahren zum Steuern des Motormoments. Üblicherweise wird ein Motor so geregelt, dass das Motormoment in dem Grad reduziert wird, der dem Durchdrehungsgrad entspricht. Um das Motormoment zum zuverlässigen Verhindern eines Durchdrehens eines Antriebsrads zu steuern, müssen mehrere Faktoren wie zum Beispiel der Bereich der auf das Antriebsrad wirkenden Last, die Reibung des Antriebsrads und die Eigenschaften des Motor betrachtet werden. Jedoch ändern sich die Faktoren bei dem jeweiligen Fahrzeug. Somit muss die Steuerungsprozedur so angepasst werden, dass sie dem jeweiligen Fahrzeug entspricht, und die Anpassung der Prozedur ist kompliziert.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Es ist demgemäß Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Antriebssteuervorrichtung für ein elektrisches Betriebsfahrzeug vorzuschlagen, die ein Durchdrehen eines Rads mit einem einfachen Aufbau zuverlässig verhindert.

[0009] Um die vorstehend genannte Aufgabe und andere Aspekte gemäß dem Ziel der vorliegenden Erfindung zu lö-

sen, ist eine Antriebssteuervorrichtung für ein elektrisches Betriebsfahrzeug vorgesehen, das ein durch einen Motor angetriebenes Antriebsrad hat. Die Vorrichtung hat ein Betätigungselement, das zum Einstellen des Moments des Motors betätigt wird, eine Durchdrehungserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Durchdrehungswerts, der den Durchdrehungsgrad des Antriebsrads darstellt, und eine Einrichtung zum Steuern des Motors. Die Motorsteuereinrichtung berechnet ein Sollmoment des Motors entsprechend der Betätigungsgröße des Betätigungselements und steuert den Motor so, dass der Motor das Sollmoment erzeugt. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts einen vorbestimmten Durchdrehungsbestimmungswert überschreitet, dann reduziert die Motorsteuereinrichtung das Sollmoment auf eine, vorbestimmte Rate, um eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur auszuführen.

[0010] Andere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung zusammen mit den beigefügten Zeichnungen klarer verständlich, die anhand von Beispielen die Prinzipien der Erfindung darstellen.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die Erfindung wird zusammen mit ihrer Aufgabe und ihren Vorteilen am ehesten mit Bezugnahme auf folgende Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiele zusammen mit den beigefügten Zeichnungen verständlich, wobei:

[0012] Fig. 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Blockabbildung eines Schubgabelstaplers zeigt;

[0013] Fig. 2 eine Seitenansicht des in der Fig. 1 gezeigten Gabelstaplers zeigt;

[0014] Fig. 3 eine Draufsicht des in der Fig. 1 gezeigten Gabelstaplers zeigt;

[0015] Fig. 4 eine grafische Darstellung einer Abbildung M1 zum Berechnen eines Sollmoments eines Motors zeigt;

[0016] Fig. 5 eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen einem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem Reibungskoeffizienten zwischen einem Hinterrad und einer Fahrbahnoberfläche während einer Antriebs-Betriebsweise zeigt;

[0017] Fig. 6 eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen einem Bestimmungswert  $V_a$  und einer Fahrzeuggeschwindigkeit zeigt;

[0018] Fig. 7(a) bis 7(c) grafische Darstellungen der Änderungen einer Vorderradbewegungsgeschwindigkeit  $V_F$  einer Hinterradbewegungsgeschwindigkeit  $V_D$  und eines Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  zeigen, wenn der Gabelstapler auf einer nassen Fahrbahnoberfläche gestartet wird;

[0019] Fig. 8(a) bis 8(c) grafische Darstellungen der Änderungen der Vorderradgeschwindigkeit  $V_F$ , der Hinterradgeschwindigkeit  $V_D$  und des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  zeigen, wenn ein Beschleunigungshebel für eine Richtungsumschaltung bei denselben Bedingungen wie bei den Fig. 7(a) bis 7(c) betätigt wird;

[0020] Fig. 9 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Flusskarte einer Routine zum Bestimmen zeigt, ob eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur zulässig ist;

[0021] Fig. 10 eine Darstellung der Beziehung zwischen dem Wert einer Beschleunigungsmarke  $F_A$  in Bezug auf die Beschleunigung oder die Verzögerung des Gabelstaplers zeigt;

[0022] Fig. 11 eine Flusskarte einer Routine zum Setzen der Beschleunigungsmarke  $F_A$  zeigt;

[0023] Fig. 12 eine grafische Darstellung der Änderungen der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit  $V_F$ , der Hinter-

radbewegungsgeschwindigkeit VD, einer Fahrzeugbeschleunigung AC und des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  zeigt, wenn der Gabelstapler auf einer trockenen Fahrbahnoberfläche fährt;

[0024] Fig. 13 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel eine grafische Darstellung von Bremsdruckdaten M2 zum Bestimmen eines Hilfsbremsdrucks PK zeigt;

[0025] Fig. 14 eine Flusskarte einer Bremssteuerungsprozedur zeigt, die während der Regenerativ-Betriebsweise ausgeführt wird;

[0026] Fig. 15 gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel eine Flusskarte einer Bremssteuerungsprozedur zeigt, die während der Regenerativ-Betriebsweise ausgeführt wird; und

[0027] Fig. 16 gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel eine Flusskarte einer Antriebssteuerungsroutine zeigt.

#### NÄHERE BESCHREIBUNG DES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0028] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 8(c) wird nun ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie dies in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist, hat ein Betriebsfahrzeug, das bei diesem Ausführungsbeispiel ein Schubgabelstapler 10 ist, eine Fahrzeugkarosserie 14 und ein linkes und ein rechtes Schubbein 15, die sich nach vorn erstrecken. Schleppräder, die ein linkes und rechtes Vorderrad 11L bzw. 11R sind, sind durch ein jeweiliges Schubbein 15 gestützt. Ein Hinterrad 12 und eine Schwenkrolle 13 befinden sich an dem Heck der Fahrzeugkarosserie 14. Das Hinterrad 12 wird angetrieben und gelenkt.

[0029] Jedes Vorderrad 11L und 11R hat eine Bremse 16. Jede Bremse 16 ist zum Beispiel eine hydraulische Reibungstrommelbremse. Eine Mastbaugruppe 17 befindet sich zwischen den Schubbeinen 15. Die Mastbaugruppe 17 wird entlang den Schubbeinen 15 bewegt. Ein Schubzylinder 171 zum Bewegen der Mastbaugruppe 17 befindet sich an dem unteren Abschnitt der Fahrzeugkarosserie 14. Die Mastbaugruppe 17 hat eine Gabel 17a. Die Gabel 17a wird durch einen Hubzylinder (nicht gezeigt) angehoben und abgesenkt. Die Gabel 17a wird außerdem zusammen mit der Mastbaugruppe 17 durch den Hubzylinder gelenkt.

[0030] Die Karosserie 14 hat einen Stand 20, in dem eine Bedienperson steht. Der Stand 20 befindet sich in dem hinteren rechten Bereich der Karosserie 14. Die Schwenkrolle 13 befindet sich unter dem Stand 20. Eine Instrumententafel 21 befindet sich vor dem Stand 20. Ein Betätigungselement, das bei diesem Ausführungsbeispiel ein Beschleunigungshebel 23 ist, ein Hubhebel 24, ein Schubhebel 25 und ein Neigungshebel 26 befinden sich an der Instrumententafel 21. Ein Kasten 14a befindet sich links von dem Stand 20. Ein Lenkrad 22 befindet sich an dem Kasten 14a. Das Lenkrad 22 wird zum Lenken des Hinterrads 12 betätigt.

[0031] Eine Antriebseinheit 18 befindet sich in dem Kasten 14a. Die Antriebseinheit 18 hat einen Antriebsmotor 19, der zum Beispiel ein Wechselstrominduktionsmotor ist. Das Hinterrad 12 ist durch die Antriebseinheit 18 gestützt und durch den Antriebsmotor 19 angetrieben. Die Antriebseinheit 18 und die Schwenkrolle 13 sind durch die Karosserie mittels eines Aufhängungsmechanismus (nicht gezeigt) gestützt. Der Aufhängungsmechanismus verhindert eine starke Änderung der an dem Hinterrad 12 wirkenden Last infolge einer Versetzung des Massenschwerpunkts des Gabelstaplers 10.

[0032] Ein Bremspedal 100 befindet sich an dem Boden des Stands 20. Das Bremspedal 100 wird beim Bremsen des Hinterrads 12 niedergedrückt. Auch wenn dies nicht in den Zeichnungen gezeigt ist, ist das Bremspedal 100 über eine

Verbindung mit einer hinteren Bremse verbunden. Wenn das Bremspedal 100 nicht niedergedrückt wird, dann bremst die hintere Bremse das Hinterrad 12. Wenn das Bremspedal 100 niedergedrückt wird, dann löst die hintere Bremse das Hinterrad 12.

[0033] Der Schaltungsaufbau zum Steuern des Antriebsmotor 19 und der Bremse 16 wird nun beschrieben. Wie dies in der Fig. 1 gezeigt ist, betätigt ein Beschickungsmotor 31 eine Ölpumpe 32, um Öl aus einem Ölbehälter 30 zu einer Bremssteuerventileinheit 33 und einem Ölsteuerventil 34 zu fördern. Das Ölsteuerventil 34 steuert die Ölzufuhr zu dem Hubzylinder, dem Schubzylinder 171 und dem Neigungszyylinder. Das Ölsteuerventil 34 steuert die Ölzufuhr zu den Zylinder entsprechend einer Betätigung der Hebel 23, 24 und 25.

[0034] Die Bremssteuerventileinheit 33 hat ein Elektromagnetventil 33b und einen Akkumulator 33a. Von der Ölpumpe 32 gefördertes Öl wird zunächst in dem Akkumulator 33a gespeichert. Das Elektromagnetventil 33b wird auf der Grundlage von Befehlen von der Steuervorrichtung 44 betätigt. Die Steuervorrichtung 44 steuert das Elektromagnetventil 33b zum Einstellen des Drucks jenes Öls, das von dem Akkumulator 33a den Bremsen 16 zugeführt wird. Jede Bremse 16 bremst ein entsprechendes Vorderrad 11L, 11R durch eine Kraft, die dem Druck des zugeführten Öls entspricht.

[0035] Die Steuervorrichtung 44 hat zum Beispiel einen Mikrocomputer, der eine CPU und einen Speicher aufweist und all die Vorgänge des Gabelstaplers 10 steuert. Die Steuervorrichtung 44 hat außerdem eine Wechselrichterschaltung. Ein Beschleunigungshebelsensor 40 befindet sich unter der Instrumententafel 21. Der Beschleunigungshebelsensor 40 erfasst die Betätigungsgröße ACC des Beschleunigungshebels 23 oder die Position des Beschleunigungshebels 23, und er sendet ein Signal zu der Steuervorrichtung 44 aus, das der erfassten Betätigungsgröße ACC entspricht. Die Steuervorrichtung 44 speist einen Strom in den Antriebsmotor 19 ein, der der Hebelbetätigungsgröße ACC entspricht.

[0036] Der Beschleunigungshebel 23 wirkt außerdem als ein Richtungshebel zum Ändern der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs. Und zwar ist der Beschleunigungshebel 23 normalerweise an einer neutralen Position. Der Hebel 23 wird vorwärts oder zu einer Vorwärtsposition bewegt, wenn sich der Gabelstapler 10 nach vorn bewegt, und er wird rückwärts oder zu einer Rückwärtsposition bewegt, wenn sich der Gabelstapler 10 zurückbewegt. Wenn der Beschleunigungshebel 23 an der neutralen Position ist, dann ist die Hebelbetätigungsgröße ACC des Beschleunigungshebelsensors 40 als Null definiert. Die Hebelbetätigungsgröße ACC stellt den Betrag einer Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung des Beschleunigungshebels 23 von der neutralen Position dar.

[0037] Ein Vorwärtsbewegungserfassungsschalter 401 und ein Rückwärtsbewegungserfassungsschalter 402 sind ausgeschaltet, wenn der Beschleunigungshebel 23 an der neutralen Position ist. Wenn der Beschleunigungshebel 23 von der neutralen Position zu der Vorwärtsposition bewegt wird, dann wird der Vorwärtsbewegungserfassungsschalter 401 eingeschaltet und sendet ein Vorwärtsbewegungssignal SF zu der Steuervorrichtung 44 aus. Wenn der Beschleunigungshebel 23 von der neutralen Position zu der Rückwärtsposition bewegt wird, dann wird der Rückwärtsbewegungserfassungsschalter 402 eingeschaltet und sendet ein Vorwärtsbewegungssignal SR zu der Steuervorrichtung 44 aus. Auf der Grundlage von Signalen von den Erfassungsschaltern 401, 402 bestimmt die Steuervorrichtung 44 die durch den Beschleunigungshebel 23 befohlene Drehrichtung des Antriebsmotors 19. Anders gesagt bestimmt die Steuervor-

richtung 44 die durch den Beschleunigungshebel 23 befohlene Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10. Die bestimmte Richtung muss nicht notwendigerweise die tatsächliche Richtung darstellen, in der sich der Gabelstapler 10 bewegt.

[0038] Ein Paar Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b ist einem Zahnrad zugewandt, das an der Abgabewelle des Antriebsmotors 19 befestigt ist. Jeder Raddrehzahlsensor 41a, 41b erfasst die Zähne des Zahnrads und gibt Pulssignale zu der Steuervorrichtung 44 ab, die der Drehzahl NM des Antriebsmotor 19 entsprechen. Auf der Grundlage der aufgenommenen Pulssignale berechnet die Steuervorrichtung 44 die Drehzahl NM des Antriebsmotor 19 und die Drehzahl ND des Hinterrads 12, was später beschrieben wird.

[0039] Die Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b sind um ein vorbestimmtes Winkelintervall so voneinander beabstandet, dass die Phasen der Signale von den Hinterradsensoren 41a, 41b um 90° versetzt sind. Auf der Grundlage der Phasendifferenz zwischen Pulssignalen von den Sensoren 41a, 41b erfasst die Steuervorrichtung 44 die gegenwärtige Drehrichtung des Antriebsmotors 19 oder die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10.

[0040] Ein Radwinkelsensor 42 befindet sich in der Nähe der Antriebseinheit 18. Der Radwinkelsensor 42 erfasst den Winkel  $\theta$  des Hinterrads 12 und sendet ein Signal zu der Steuervorrichtung 44 aus, das den erfassten Radwinkel  $\theta$  darstellt.

[0041] Ein Druckschalter 43 befindet sich an der Bremssteuerventileinheit 33. Wenn der Öldruck in dem Akkumulator 33a unter einen vorbestimmten Wert fällt, dann sendet der Druckschalter 43 ein Signal zu der Steuervorrichtung 44 aus. Beim Aufnehmen eines Signals von dem Druckschalter 43 betätigt die Steuervorrichtung 44 den Beschleunigungsmotor 31, um den Öldruck in dem Akkumulator 33a zu erhöhen.

[0042] Ein Paar Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R sind so an den Schubbeinen 15 angeordnet, dass sie dem Vorderrad 11L bzw. 11R entsprechen. Der linke Vorderradsensor 45L sendet ein Pulssignal zu der Steuervorrichtung 44, dessen Frequenz der Drehzahl NLF des linken Vorderrads 11L entspricht. Der rechte Vorderraddrehzahlsensor 45R sendet ein Pulssignal zu der Steuervorrichtung 44, dessen Frequenz der Drehzahl NRF des rechten Vorderrads 11R entspricht.

[0043] Die Steuervorrichtung 44 steuert die Drehrichtung, das Antriebsmoment und das Bremsmoment des Antriebsmotors 19 auf der Grundlage der Hebelbetätigungsgröße ACC, der Hinterraddrehzahl ND, der Motordrehzahl NM, des Radwinkels  $\theta$  und der Vorderraddrehzahlen NLF, NRF. Das Antriebsmoment bezieht sich auf ein Moment, das zum Bewegen des Gabelstaplers 10 durch den Antriebsmotor 19 erzeugt wird. Das Bremsmoment bezieht sich auf ein Moment, das zum Bremsen des Gabelstaplers 10 durch den Antriebsmotor 19 erzeugt wird.

[0044] Bei diesem Ausführungsbeispiel erzeugt der Antriebsmotor 19 ein Bremsmoment infolge eines Regenerativbremsvorgangs während einer Richtungsumschaltung. Die Richtungsumschaltung bezieht sich bei der Fahrt des Gabelstaplers 10 auf ein Umschalten des Beschleunigungshebels 23 von der Vorwärtsposition zu der Rückwärtsposition oder von der Rückwärtsposition zu der Vorwärtsposition, um die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs umzuschalten. Die Richtungsumschaltung lässt einen Beginn einer Bewegung des Gabelstaplers 10 in einer Richtung zu, die der gegenwärtigen Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist, nachdem dieser vorübergehend angehalten wurde. Von der Betätigung des Beschleunigungshebels 23 für die Richtungsumschaltung bis zum Anhalten des Gabelstaplers 10,

oder anders gesagt wenn die tatsächliche Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 anders als die durch den Beschleunigungshebel 23 angegebene Richtung ist, erzeugt der Antriebsmotor 19 ein Bremsmoment zum Bremsen des Hinterrads 12.

[0045] Wenn der Beschleunigungshebel 23 von der neutralen Position zu der Vorwärtsposition oder zu der Rückwärtsposition bewegt wird, dann gibt der entsprechende Schalter 401, 402 ein Signal ab (das Vorwärtsbewegungssignal SF oder das Rückwärtsbewegungssignal SR). Wenn der Beschleunigungshebel 23 zur Richtungsumschaltung betätigt wird, dann ändert sich das zu der Steuervorrichtung 44 gesendete Bewegungsrichtungssignal von dem Vorwärtsbewegungssignal SF zu dem Rückwärtsbewegungssignal SR oder von dem Rückwärtsbewegungssignal SR zu dem Vorwärtsbewegungssignal SF. Auf der Grundlage des Vorwärtsbewegungssignals SF oder des Rückwärtsbewegungssignals SR erfasst die Steuervorrichtung 44 die Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10, die durch den Beschleunigungshebel 23 angegeben wird, die nicht notwendiger Weise mit der tatsächlichen Bewegungsrichtung übereinstimmt.

[0046] Die Steuervorrichtung 44 berechnet die Drehzahl NM des Antriebsmotors 19 auf der Grundlage von Pulssignalen von den Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b und erfasst die Drehrichtung des Antriebsmotors 19 oder die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10. Dann berechnet die Steuervorrichtung 44 auf der Grundlage der Motordrehzahl NM und der Hebelbetätigungsgröße ACC mit Bezugnahme auf eine in der Fig. 4 gezeigte Abbildung M1 einen Sollwert eines Moments, das durch den Antriebsmotor erzeugt werden muss.

[0047] Die Abbildung M1 in der Fig. 4 wurde im Voraus in einem Speicher der Steuervorrichtung 44 gespeichert. Die Abbildung M1 definiert die Werte des Sollmoments in Bezug auf die Motordrehzahl NM und die Hebelbetätigungsgröße ACC. Wenn die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 gleich ist wie die durch den Beschleunigungshebel 23 angegebene Bewegungsrichtung, dann definiert die Steuervorrichtung 44 die Motordrehzahl NM als einen positiven Wert, und sie bezieht sich auf die Abbildung M1, um den Antriebsmotor 19 in einer Antriebs-Betriebsweise zu steuern. In diesem Fall ist das berechnete Sollmoment ein Sollwert des Antriebsmoments zum Bewegen des Gabelstaplers 10 in einer Richtung, die durch den Beschleunigungshebel 23 angegeben wird. Falls außerdem der Beschleunigungshebel 23 in der Vorwärtsposition oder in der Rückwärtsposition ist, wenn sich der Gabelstapler 10 nicht bewegt, dann definiert die Steuervorrichtung 44 die Motordrehzahl NM als einen positiven Wert, und sie bezieht sich auf die Abbildung M1, um den Antriebsmotor 19 in der Antriebs-Betriebsweise zu steuern.

[0048] Wenn die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 anders als die durch den Beschleunigungshebel 23 angegebene Bewegungsrichtung ist, dann definiert die Steuervorrichtung die Motordrehzahl NM als einen negativen Wert, und sie bezieht sich auf die Abbildung M1, um den Antriebsmotor 19 in einer Regenerativ-Betriebsweise (Brems-Betriebsweise) zu steuern. In diesem Fall ist das berechnete Sollmoment ein Sollwert des Bremsmoments zum Bremsen des Gabelstaplers 10. Während der Richtungsumschaltung wird der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise so gesteuert, dass der Motor 19 ein Bremsmoment erzeugt.

[0049] Wenn sich die Hebelbetätigungsgröße ACC während der Antriebs-Betriebsweise verringert, dann kann der Wert des berechneten Soll-Antriebsmoments negativ sein. In einem derartigen Fall stellt das Soll-Antriebsmoment im Wesentlichen das Sollbremsmoment dar, und der Antriebs-

motor 19 erzeugt ein Bremsmoment. Die Antriebs-Betriebsweise gemäß dieser Beschreibung kann somit den Zustand der Regenerativ-Betriebsweise enthalten, bei der der Antriebsmotor 19 ein Bremsmoment erzeugt.

[0050] Die Steuervorrichtung 44 erhöht oder verringert allmählich das Moment des Antriebsmotors 19 derart, dass das Moment des Motors 19 den berechneten Sollwert erreicht. Das Moment wird nicht plötzlich geändert, und daher wird kein Stoß erzeugt.

[0051] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird der Antriebsmotor 19 zum Erzeugen eines der Motordrehzahl NM und der Hebelbetätigungsgröße ACC' entsprechenden Antriebsmoments gesteuert, wenn die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 gleich ist wie die durch den Beschleunigungshebel 23 angegebene Bewegungsrichtung. Infolgedessen bewegt sich der Gabelstapler 10 in einer Richtung, die durch den Beschleunigungshebel 23 angegeben wird. Wenn die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 entgegengesetzt zu der durch den Beschleunigungshebel 23 angegebenen Richtung ist, und zwar wenn der Beschleunigungshebel 23 für eine Richtungsumschaltung betätigt wird, dann wird der Antriebsmotor 19 zum Erzeugen eines der Motordrehzahl NM und der Hebelbetätigungsgröße ACC' entsprechenden Bremsmoments gesteuert. Infolgedessen wird das Hinterrad 12 gebremst, und der Gabelstapler 10 wird verzögert.

[0052] Wenn der Gabelstapler 10 beschleunigt oder verzögert wird, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob das Hinterrad 12, das das Antriebsrad ist, relativ zu der Fahrbahnoberfläche durchdreht. Falls das Hinterrad 12 durchdreht, dann stellt die Steuervorrichtung 44 das Moment des Antriebsmotors 19 zum Stoppen des Durchdrehens des Hinterrads 12 ein.

[0053] Eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur wird nun beschrieben. Die Steuervorrichtung 44 berechnet die Bewegungsgeschwindigkeit des Hinterrads 12 in Bezug auf die Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Hinterraddrehzahl ND und des Durchmessers des Hinterrads 12. Die Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit an dem Hinterrad 12 dar. Da die Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD auf der Grundlage der Hinterraddrehzahl ND berechnet wird, ist die berechnete Hinterradgeschwindigkeit VD anders als die tatsächliche Bewegungsgeschwindigkeit des Hinterrads 12, wenn das Hinterrad 12 relativ zu der Fahrbahnoberfläche durchdreht.

[0054] Die Steuervorrichtung 44 berechnet die Bewegungsgeschwindigkeit VLF des linken Vorderrads 11L relativ zu der Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Drehzahl NLF des linken Vorderrads und des Durchmessers des linken Vorderrads 11L. Die Steuervorrichtung 44 berechnet außerdem die Bewegungsgeschwindigkeit VRF des rechten Vorderrads 11R relativ zu der Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Drehzahl NRF des rechten Vorderrads und des Durchmessers des rechten Vorderrads 11R. Die Steuervorrichtung 44 erfasst auf der Grundlage des Radwinkels A des Hinterrads 12, welches der Vorderräder 11L, 11R sich während einer Kurvenfahrt radial außen befindet. Dann wählt die Steuervorrichtung 44 die Bewegungsgeschwindigkeit des radial äußeren Vorderrads als die Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF aus. Wenn der Radwinkel  $\theta$  Null beträgt, und zwar wenn sich der Gabelstapler 10 geradeaus bewegt, dann wird die Bewegungsgeschwindigkeit eines der Vorderräder 11L, 11R als die Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF ausgewählt.

[0055] Dann berechnet die Steuervorrichtung 44 eine Bewegungsgeschwindigkeit VDP des Hinterrads 12, indem sie die Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF mit einem Umwandlungsfaktor multipliziert, der nachfolgend be-

schrieben wird. Um die Bewegungsgeschwindigkeit VDP von der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD zu unterscheiden, die auf der Grundlage der Hinterraddrehzahl ND berechnet wird, wird die Bewegungsgeschwindigkeit VDP nachfolgend als eine umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP oder eine geschätzte Bewegungsgeschwindigkeit VDP bezeichnet. Die umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP entspricht der Fahrzeuggeschwindigkeit bei dem Hinterrad 12, die auf der Grundlage der Geschwindigkeit von einem der Vorderräder 11L, 11R geschätzt wird.

[0056] Der Umwandlungsfaktor ist entweder ein Faktor KL, der dann verwendet wird, wenn der Gabelstapler 10 eine Linkskurve fährt, oder er ist ein Faktor KR, der dann verwendet wird, wenn der Gabelstapler 10 eine Rechtskurve fährt. Die Umwandlungsfaktoren KL, KR werden gemäß den folgenden Gleichungen berechnet.

$$KL = LW / (LW \cdot \cos\theta + (LT - LD) \sin\theta)$$

$$KR = LW / (LW \cdot \cos\theta + (LT + LD) \sin\theta)$$

[0057] In den Gleichungen stellt LW den Radstand dar, LT ist die halbe Spurweite zwischen den Vorderrädern 11L und 11R, und LD stellt die seitliche Versetzung des Hinterrads 12 relativ zu der Mitte zwischen den Vorderrädern 11L und 11R dar. Wie dies vorstehend beschrieben ist, werden verschiedene Umwandlungsfaktoren verwendet, wenn der Gabelstapler 10 eine Linkskurve fährt und wenn der Gabelstapler 10 eine Rechtskurve fährt. Dies ist damit begründet, dass das Hinterrad 12, das das gelenkte Rad ist, von der Mitte zwischen den Vorderrädern 11L, 11R seitlich versetzt ist (siehe Fig. 3). Wenn der Radwinkel  $\theta$  Null beträgt, und zwar wenn sich der Gabelstapler 10 geradeaus bewegt, dann betragen beide Umwandlungsfaktoren KL und KR 1. Wenn der Radwinkel  $\theta$  Null beträgt, wird daher einer der Umwandlungsfaktoren KL, KR verwendet.

[0058] Die umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP wird auf der Grundlage der Drehzahlen NLF, NRF der Vorderräder 11L, 11R berechnet. Die Vorderräder 11L, 11R werden bei der Bewegung des Gabelstaplers 10 geschleppt, während sie mit der Fahrbahnoberfläche in Kontakt sind. Anders als das Hinterrad 12, das das Antriebsrad ist, drehen die Vorderräder 11L, 11R auf der Fahrbahnoberfläche daher nicht durch, wenn der Gabelstapler 10 beschleunigt oder verzögert wird. Somit stellt die umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP im Wesentlichen die genaue Bewegungsgeschwindigkeit des Hinterrads 12 dar.

[0059] Dann berechnet die Steuervorrichtung 44 einen Durchdrehungswert  $\Delta VD$  des Hinterrads 12 auf der Grundlage der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit VDP gemäß der folgenden Gleichung.

$$\Delta VD = VD - VDP$$

[0060] In der Gleichung stellt der Durchdrehungswert  $\Delta VD$  die Differenz zwischen der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit VDP dar. Falls das Hinterrad 12 während der Antriebs-Betriebsweise oder während einer Beschleunigung durchdreht, dann ist der Durchdrehungswert  $\Delta VD$  positiv. Wenn das Hinterrad 12 während der Regenerativ-Betriebsweise oder während einer Verzögerung durchdreht, dann ist der Durchdrehungswert  $\Delta VD$  negativ. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta VD$  einen Bestimmungswert  $V_a$  überschreitet, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass das Hinterrad 12 auf der Fahrbahnoberfläche durchdreht.

[0061] Wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 durchdreht, dann begrenzt die Steuervorrichtung 44 das Moment des Antriebsmotors 19, um das Durchdrehen zu beenden.

Insbesondere reduziert die Steuervorrichtung 44 das auf der Grundlage der Abbildung M1 gemäß der Fig. 4 berechnete normale Sollmoment um beispielsweise 10% und legt das Ergebnis als ein Sollmoment des Antriebsmotors 19 fest. Infolgedessen wird das Antriebsmoment des Antriebsmotors 19 während der Antriebs-Betriebsweise begrenzt, wodurch das Durchdrehen des Hinterrads 12 infolge der Beschleunigung beendet wird. Während der Regenerativ-Betriebsweise wird das Bremsmoment des Antriebsmotors 19 begrenzt, wodurch das Durchdrehen des Hinterrads 12 infolge der Verzögerung begrenzt wird.

[0062] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Bestimmungswert  $V_a$  während der Regenerativ-Betriebsweise überschreitet, dann steuert die Steuervorrichtung 44 die Ventileinheit 33, um die Bremsen 16 je nach Bedarf zu betätigen. Infolgedessen wird die Reduzierung des Bremsmoments infolge der Begrenzung des Antriebsmoments des Motors 19 ausgeglichen.

[0063] Die Fig. 5 zeigt eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem Reibungskoeffizienten des Hinterrads 12 und der Fahrbahnoberfläche. Der Reibungskoeffizient ist maximal, wenn der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  0,1 m/s beträgt. Wenn sich der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  von Null auf 0,1 m/s erhöht, dann erhöht sich der Reibungskoeffizient relativ plötzlich. Wenn sich der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  von 0,1 m/s auf 0,3 m/s erhöht, dann verringert sich der Reibungskoeffizient relativ plötzlich. Wenn sich der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  von 0,3 m/s erhöht, dann verringert sich der Reibungskoeffizient allmählich.

[0064] Bei einem Betriebsfahrzeug, das eine relativ geringe Maximalgeschwindigkeit hat wie zum Beispiel der Schubgabelstapler 10, ist die Beziehung zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem Reibungskoeffizienten ungeachtet der Fahrzeuggeschwindigkeit im Wesentlichen konstant. Der Bestimmungswert  $V_a$  wird so festgelegt, dass er einem Bereich des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  oder einer schraffierten Fläche in der Fig. 5 entspricht, in dem der Reibungskoeffizient relativ groß ist.

[0065] Vorzugsweise wird der Bestimmungswert  $V_a$  entsprechend dem Betriebszustand des Gabelstaplers 10 geändert. Falls zum Beispiel beim Starten des Gabelstaplers 10 ein relatives Antriebsmoment durch den Antriebsmotor 19 erzeugt werden muss, wird der Bestimmungswert  $V_a$  verglichen mit anderen Fällen relativ klein festgelegt. Bei dem in der grafischen Darstellung in der Fig. 6 gezeigten Beispiel ist der Bestimmungswert  $V_a$  auf 0,1 m/s in einem Bereich niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit festgelegt, der eine Beschleunigung zum Starten des Gabelstaplers 10 enthält. Bei anderen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichen ist der Bestimmungswert  $V_a$  auf 0,2 m/s festgelegt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird zum Beispiel durch die umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit  $V D P$  dargestellt. Beim Beschleunigen des Gabelstaplers 10 kann der Bestimmungswert  $V_a$  anders als bei einer Verzögerung des Gabelstaplers 10 sein.

[0066] Die Fig. 7(a) bis 7(c) zeigen grafische Darstellungen der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit  $V F$ , der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit  $V D$  und des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$ , wenn der Gabelstapler 10 auf einer nassen Fahrbahnoberfläche gestartet wird. Der Gabelstapler 10 bewegt sich nach vorn und der Radwinkel  $\theta$  beträgt Null. Die Mastbaugruppe 17 ist an der vordersten Position und das Gewicht einer Last auf der Gabel 17a hat den maximal akzeptablen Wert. Der Bestimmungswert  $V_a$  wird von dem Zeitpunkt Null an, bei dem der Gabelstapler 10 gestartet wird, bis zum Verstreichen von 5,5 Sekunden auf 0,1 m/s festgelegt. Danach wird der Bestimmungswert  $V_a$  auf

0,2 m/s festgelegt.

[0067] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Bestimmungswert  $V_a$  überschreitet, dann wird das Soll-Antriebsmoment des Antriebsmotors 19 von dem normalen Wert um 10% reduziert, der in Übereinstimmung mit der in der Fig. 4 gezeigten Abbildung M1 berechnet wird. Während der Durchdrehungsverhinderungssteuerungsprozedur bei der Antriebs-Betriebsweise schwankt der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  um 0,2 m/s herum in einen Bereich von 0,1 bis 0,2 m/s. Die Hinterradbewegungsgeschwindigkeit  $V D$ , die in der Fig. 7(b) gezeigt ist, erhöht sich zusammen mit der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit  $V F$ , die in der Fig. 7(a) gezeigt ist, während sie in einen Bereich von 0,1 bis 0,2 m/s schwankt. Wenn der Gabelstapler 10 auf einer nassen Fahrbahn startet und die auf das Hinterrad 12 wirkende Last minimal ist, wird auf diese Weise das Durchdrehen des Hinterrads 12 verhindert und der Gabelstapler 10 wird zuverlässig gestartet.

[0068] Der Bestimmungswert  $V_a$  wird von dem Start des Gabelstaplers 10 an bis zum Verstreichen von 5,5 Sekunden auf 0,1 m/s festgelegt. Anders gesagt ist der Bestimmungswert  $V_a$  in einem niedrigen Geschwindigkeitsbereich wie zum Beispiel unmittelbar nach dem Start des Gabelstaplers 10 verglichen mit anderen Geschwindigkeitsbereichen relativ klein. Wenn der Gabelstapler 10 gestartet wird, wird die Antriebskraft des Hinterrads 12 daher zuverlässig auf die Fahrbahnoberfläche übertragen, und der Gabelstapler 10 wird behutsam beschleunigt.

[0069] Wenn die Durchdrehungsverhinderungssteuerungsprozedur ausgeführt wird, wird jene Rate, durch die das normale Sollmoment verringert wird, so bestimmt, dass der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  mindestens viermal pro Sekunde unter den Bestimmungswert  $V_a$  fällt. Daher ist während der Durchdrehungsverhinderungsprozedur der Änderungszyklus der Gabelstaplerbeschleunigung viermal pro Sekunde oder mehr. Wenn die Rate, durch die das normale Sollmoment verringert wird, klein ist, dann wird der Änderungszyklus der Beschleunigung verkürzt, was die Fahrqualität verbessert. Andererseits ist die Rate, durch die das normale Sollmoment verringert wird, vorzugsweise groß, um die maximale Antriebskraft zu erhalten, während das Durchdrehen des Hinterrads 12 verhindert wird. Somit ist bei diesem Ausführungsbeispiel die Rate, durch die das normale Sollmoment verringert wird, auf 10% festgelegt, was eine maximale Antriebskraft gewährleistet, ohne dass sich die Bedienperson gestört fühlt.

[0070] Die Fig. 8(a) bis 8(c) zeigen Änderungen der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit  $V F$ , der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit  $V D$  und des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$ , wenn der Beschleunigungshebel 23 bei den gleichen Bedingungen wie bei den Fällen gemäß den Fig. 7(a) bis 7(c) für eine Richtungsumschaltung betätigt wird. In den Fällen gemäß den Fig. 8(a) bis 8(c) beträgt der Bestimmungswert  $V_a$  stets 0,2 m/s. Nachdem der Beschleunigungshebel 23 für eine Richtungsumschaltung betätigt wurde, wird die Regenerativ-Betriebsweise sechs Sekunden durchgeführt, und danach wird die Antriebs-Betriebsweise durchgeführt.

[0071] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Bestimmungswert  $V_a$  überschreitet, dann wird das Soll-Antriebsmoment des Antriebsmotors 19 von dem normalen Sollwert um 10% reduziert, der in Übereinstimmung mit der in der Fig. 4 gezeigten Abbildung M1 berechnet wird. Während der Durchdrehungsverhinderungssteuerungsprozedur bei der Regenerativ-Betriebsweise schwankt der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  um -0,2 m/s herum in einen Bereich von 0,1 bis 0,2 m/s. Die Hinterradbewegungsgeschwindigkeit  $V D$ , die in der Fig. 8(b) gezeigt ist, verringert

sich zusammen mit der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF, die in der Fig. 8(a) gezeigt ist, während sie in einen Bereich von 0,1 bis 0,2 m/s schwankt. Wenn der Gabelstapler 10 auf einer nassen Fahrbahnoberfläche fährt und die auf das Hinterrad 12 wirkende Last minimal ist, wird somit das Durchdrehen des Hinterrads 12 verhindert, und der Gabelstapler 10 wird zuverlässig verzögert.

[0072] Während der Durchdrehungsverhinderungssteuerung bei der Regenerativ-Betriebsweise wird das normale Sollmoment um 10% verringert. Daher kann die Bremskraft maximiert werden, ohne dass sich die Bedienperson gestört fühlt.

[0073] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird das Sollmoment des Antriebsmotors 19 von dem normalen Sollwert durch eine vorbestimmte Rate reduziert, wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Bestimmungswert  $V_a$  überschreitet, so dass das Durchdrehen des Hinterrads 12 gestoppt wird. Somit wird mit einem einfachen Aufbau das Durchdrehen des Hinterrads 12 zuverlässig verhindert, das das Antriebsrad ist.

[0074] Der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  stellt die Differenz zwischen der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit VDP dar. Selbst wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit ändert, hat der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  somit im Wesentlichen die gleiche Beziehung zu dem Reibungskoeffizienten zwischen dem Hinterrad 12 und der Fahrbahnoberfläche. Daher wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  ungeachtet der Fahrzeuggeschwindigkeit zuverlässig ausgeführt.

[0075] Der Bestimmungswert  $V_a$  wird so festgelegt, dass er einem Bereich des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  entspricht, in dem der Reibungskoeffizient relativ groß ist (in der schraffierten Fläche der grafischen Darstellung in der Fig. 5). Wenn die Durchdrehungsverhinderungsprozedur durchgeführt wird, schwankt der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  um den Bestimmungswert  $V_a$  herum (siehe Fig. 7(c) und 8(c)). Somit wird während der Durchdrehungsverhinderungsprozedur der Reibungskoeffizient zwischen dem Hinterrad 12 und der Fahrbahnoberfläche auf einen relativ großen Wert aufrechterhalten, und das Hinterrad 12 hat eine ausreichende Griffigkeit.

[0076] Während der Durchdrehungsverhinderungsprozedur wird die Rate, durch die das normale Sollmoment verringert wird, nicht auf 10% begrenzt, sondern sie kann in Bereichen von 10% bis 20%, von 5% bis 30% oder von 0% bis 50% variieren.

[0077] Während der Durchdrehungsverhinderungsprozedur kann außerdem die Häufigkeit geändert werden, mit der der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  pro Sekunde unter den Bestimmungswert  $V_a$  fällt.

[0078] Ein zweites Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 8(c) beschrieben. Es werden hauptsächlich die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel nachfolgend beschrieben. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  und des Bestimmungswerts  $V_a$  nur dann zugelassen, wenn der Betriebszustand des Gabelstaplers 10 einer vorbestimmten Zulassungsbedingung genügt. Wenn der Betriebszustand des Gabelstaplers 10 die Zulassungsbedingung nicht genügt, dann wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht durchgeführt, auch wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Bestimmungswert  $V_a$  überschreitet.

[0079] Die Fig. 9 zeigt eine Flusskarte zum Bestimmen, ob die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen werden soll. Die Steuervorrichtung 44 führt die in der Fig. 9

gezeigte Routine in vorbestimmten Intervallen durch.

[0080] Bei einem Schritt S1 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob eine Zulassungsmarke FX Eins beträgt. Die Zulassungsmarke FX gibt an, ob die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zuzulassen ist. Der Wert Eins der Zulassungsmarke FX gibt an, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zulässig ist, und der Wert Null gibt an, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur unterbunden wird. Wenn die Zulassungsmarke FX Null beträgt, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S2 weiter.

[0081] Bei dem Schritt S2 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  größer ist als ein vorbestimmter Zulassungsbestimmungswert  $V_b$ . Der Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  ist größer als der Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$ , der zum Bestimmen verwendet wird, ob das Hinterrad 12 durchdreht. Der Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  wird unter Berücksichtigung des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  bestimmt, wenn das Hinterrad 12 keine starke Griffigkeit auf einer Fahrbahnoberfläche aufrechterhalten kann, auf der das Hinterrad 12 wahrscheinlich nicht durchdreht, zum Beispiel eine Fahrbahnoberfläche mit einem relativ großen Reibungskoeffizienten wie zum Beispiel eine trockene Fahrbahnoberfläche. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  auf 0,5 m/s festgelegt.

[0082] Wenn bei dem Schritt S2 der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  größer ist als der Zulassungsbestimmungswert  $V_b$ , dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S3 weiter, um die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zuzulassen. Bei dem Schritt S3 setzt die Steuervorrichtung 44 die Zulassungsmarke FX auf Eins, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  gleich wie oder kleiner als der Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  ist, dann hält die Steuervorrichtung 44 die Zulassungsmarke FX weiter auf Null, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus.

[0083] Wenn bei dem Schritt S1 die Zulassungsmarke FX Eins beträgt, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S4 weiter. Bei dem Schritt S4 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V kleiner als ein vorbestimmter Haltebestimmungswert  $V_c$  ist. Der Haltebestimmungswert  $V_c$  stellt einen extrem geringen Wert der Fahrzeuggeschwindigkeit V dar, bei dem der Gabelstapler 10 im Wesentlichen hält, und er ist auf 1 km/h (1 km/h = 1000 m/3600 s) festgelegt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit V stellt zum Beispiel den Durchschnitt der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit VDP oder den Durchschnitt der Vorderradbewegungsgeschwindigkeiten VLF, VRF bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 1 bis 8(c) dar.

[0084] Wenn bei dem Schritt S4 die Fahrzeuggeschwindigkeit V kleiner ist als der Haltebestimmungswert  $V_c$ , dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S5 weiter, um die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zu unterbinden. Bei dem Schritt S5 setzt die Steuervorrichtung 44 die Zulassungsmarke FX auf Null, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder größer als der Haltebestimmungswert  $V_c$  ist, dann hält die Steuervorrichtung 44 die Marke FX weiter auf Eins, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus.

[0085] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird die Zulassungsmarke FX weiter auf Null gehalten, bis der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  einmal überschreitet, wenn der Gabelstapler 10 beschleunigt oder verzögert wird. Während die Zulas-

lungsmarke FX Null beträgt, wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht durchgeführt, auch wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  überschreitet.

[0086] Wenn sich der Gabelstapler 10 zum Beispiel auf einer Fahrbahnoberfläche bewegt, auf der das Hinterrad 12 wahrscheinlich nicht durchdreht, zum Beispiel auf einer trockenen Fahrbahnoberfläche, oder wenn die auf das Hinterrad 12 wirkende Last relativ groß ist, dann kann der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  zwischen dem Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  und dem Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  sein. In einem derartigen Fall wird bestimmt, dass das Hinterrad 12 eine relativ starke Griffbarkeit mit der Fahrbahnoberfläche aufrechterhält, und die Zulassungsmarke FX wird auf Null gesetzt, so dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht durchgeführt wird. Anders gesagt wird die Durchdrehungsverhinderungssteuerung nicht durchgeführt, auch wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  überschreitet, wenn die Griffbarkeit des Hinterrads 12 mit der Fahrbahnoberfläche als stark bestimmt wird.

[0087] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  überschreitet, dann wird die Zulassungsmarke FX weiter auf Eins gehalten, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  unter den Haltebestimmungswert  $V_c$  fällt. Während die Zulassungsmarke FX weiter auf Eins gehalten wird, wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  durchgeführt.

[0088] Wenn der Gabelstapler 10 auf einem Boden fährt, auf dem der Gabelstapler 10 wahrscheinlich durchdreht, zum Beispiel auf einer nassen Fahrbahnoberfläche, oder wenn die auf das Hinterrad 12 wirkende Last relativ gering ist, dann kann der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  sowohl den Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  als auch den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  überschreiten. In einem derartigen Fall wird bestimmt, dass das Hinterrad 12 eine starke Griffbarkeit mit der Fahrbahnoberfläche nicht aufrechterhalten kann, und die Zulassungsmarke FX wird auf Eins gesetzt, so dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen wird. Anders gesagt wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen, wenn bestimmt wird, dass Hinterrad 12 eine starke Griffbarkeit mit der Fahrbahnoberfläche nicht aufrechterhalten kann.

[0089] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur unterbunden, wenn der Gabelstapler 10 wahrscheinlich nicht durchdreht. Daher wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht zu häufig durchgeführt. Infolgedessen wird der Gabelstapler 10 zuverlässig beschleunigt und verzögert, während das Durchdrehen des Hinterrads 12 verhindert wird.

[0090] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  überschreitet, dann wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen. Danach wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur unterbunden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  unter den Haltebestimmungswert  $V_c$  fällt. Es wird lediglich durch Vergleichen des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  mit den entsprechenden Bestimmungswerten angemessen bestimmt, ob die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen wird.

[0091] Ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 10 bis 12 beschrieben. Es werden hauptsächlich die Unterschiede zu dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 9 nachfolgend beschrieben. Zusätzlich zu der Prozedur des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß der Fig. 9 wird ein Bestim-

mungswert zum Bestimmen, ob das Hinterrad 12 durchdreht, entsprechend einer Beschleunigung oder Verzögerung des Gabelstaplers 10 geändert. Insbesondere wenn eine Beschleunigung oder Verzögerung gering ist, wird ein relativ geringer erster Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a1}$  verwendet. Wenn die Beschleunigung oder Verzögerung groß ist, wird ein relativ großer zweiter Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  verwendet. Zum Beispiel wird der erste Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a1}$  auf 0,2 m/s festgelegt, und der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  wird auf 0,3 m/s festgelegt.

[0092] Wenn der Gabelstapler 10 mit einer relativ hohen Rate beschleunigt oder verzögert werden kann, dann ist der Gabelstapler 10 in dem Zustand, in dem das Hinterrad 12 wahrscheinlich nicht durchdreht. Wenn die Beschleunigung oder Verzögerung groß ist, wird daher der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  verwendet, um ein übermäßiges Durchführen der Durchdrehungsverhinderungsprozedur zu verhindern.

[0093] Die Steuervorrichtung 44 berechnet die Fahrzeugbeschleunigung AC auf der Grundlage der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  während einer vorbestimmten Periode  $\Delta T$ . Die Fahrzeugbeschleunigung AC hat einen positiven Wert, wenn der Gabelstapler 10 beschleunigt wird, und sie hat einen negativen Wert, wenn der Gabelstapler 10 verzögert wird. Die Steuervorrichtung vergleicht den Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC mit einem vorbestimmten Beschleunigungsbestimmungswert, um zu bestimmen, ob der Gabelstapler in einem Zustand großer Beschleunigung oder in einem Zustand großer Verzögerung ist. Wenn bestimmt wird, dass der Gabelstapler 10 in dem Zustand großer Beschleunigung oder in dem Zustand großer Verzögerung ist, dann setzt die Steuervorrichtung 44 die Beschleunigungsmarke FA auf Eins. Andererseits setzt die Steuervorrichtung 44 die Beschleunigungsmarke FA auf Null. Der Wert Null der Beschleunigungsmarke FA gibt an, dass der Gabelstapler 10 in einem Zustand kleiner Beschleunigung oder in einem Zustand kleiner Verzögerung ist.

[0094] Die Fig. 11 zeigt eine Flusskarte einer Routine zum Setzen der Beschleunigungsmarke FA. Die Steuervorrichtung 44 führt die in der Fig. 11 gezeigte Routine wiederholt in der Periode  $\Delta T$  aus.

[0095] Bei einem Schritt S11 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Zulassungsmarke FX Eins beträgt. Die Zulassungsmarke FX ist die gleiche wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, und sie wird zum Bestimmen verwendet, ob die Durchdrehungsverhinderungssteuerung zugelassen wird. Wenn die Zulassungsmarke FX nicht Eins aber Null beträgt, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur unterbunden wird, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus.

[0096] Wenn bei dem Schritt S11 die Zulassungsmarke FX Eins beträgt, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur zugelassen wird, und sie schreitet zu einem Schritt S12 weiter. Bei dem Schritt S12 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Beschleunigungsmarke FA Null beträgt. Wenn die Beschleunigungsmarke FA Null beträgt, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S13 weiter. Bei dem Schritt S13 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC größer als ein vorbestimmter erster Beschleunigungsbestimmungswert AC1 ist.

[0097] Wenn der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC größer ist als der erste Beschleunigungsbestimmungswert AC1, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass sich der Gabelstapler 10 von dem Zustand kleiner Beschleunigung zu dem Zustand großer Beschleunigung oder von dem Zustand kleiner Verzögerung zu dem Zustand gro-

Bei Verzögerung geändert hat. Anschließend schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S15 weiter. Bei dem Schritt S15 setzt die Steuervorrichtung 44 die Beschleunigungsmarke FA auf Eins, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn bei dem Schritt S13 der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC kleiner ist als der erste Beschleunigungsbestimmungswert AC1, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der Gabelstapler 10 den Zustand kleiner Beschleunigung oder den Zustand kleiner Verzögerung beibehält, während sie den Wert Null der Beschleunigungsmarke FA aufrechterhält. Danach setzt die Steuervorrichtung 44 die gegenwärtige Routine vorübergehend aus.

[0098] Wenn bei dem Schritt S12 die Beschleunigungsmarke FA Eins beträgt, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S14 weiter. Bei dem Schritt S14 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC kleiner ist als ein vorbestimmter zweiter Beschleunigungsbestimmungswert AC2. Der zweite Beschleunigungsbestimmungswert AC2 ist kleiner als der erste Beschleunigungsbestimmungswert AC1.

[0099] Wenn der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC kleiner ist als der zweite Beschleunigungsbestimmungswert AC2, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass sich der Gabelstapler 10 von dem Zustand großer Beschleunigung zu dem Zustand kleiner Beschleunigung oder von dem Zustand großer Verzögerung zu dem Zustand kleiner Verzögerung geändert hat, und sie schreitet zu einem Schritt S16 weiter. Bei dem Schritt S16 setzt die Steuervorrichtung 44 die Beschleunigungsmarke FA auf Null, und sie setzt danach die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC größer ist als der zweite Beschleunigungsbestimmungswert AC2, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der Gabelstapler 10 den Zustand großer Beschleunigung oder den Zustand großer Verzögerung beibehält. In diesem Fall hält die Steuervorrichtung 44 den Wert Eins der Beschleunigungsmarke FA aufrecht, und sie setzt die gegenwärtige Routine aus.

[0100] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC mit dem ersten Beschleunigungsbestimmungswert AC1 verglichen, wenn die Beschleunigungsmarke FA gegenwärtig Null beträgt. Wenn die Beschleunigungsmarke FA gegenwärtig Eins beträgt, wird der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung AC mit dem zweiten Beschleunigungsbestimmungswert AC2 verglichen, der kleiner ist als der erste Beschleunigungsbestimmungswert AC1. Diese Vergleiche werden zum Ausgleichen von Hysterese Fehlern der Fahrzeugbeschleunigung AC durchgeführt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der erste Beschleunigungsbestimmungswert AC1 auf  $1,0 \text{ m/s}^2$  festgelegt, und der zweite Beschleunigungsbestimmungswert ist auf  $0,2 \text{ m/s}^2$  festgelegt.

[0101] Beim Beschleunigen wechselt der Gabelstapler 10 von dem Zustand kleiner Beschleunigung zu dem Zustand großer Beschleunigung bei  $1,0 \text{ m/s}^2$ , und er wechselt von dem Zustand großer Beschleunigung zu dem Zustand kleiner Beschleunigung bei  $0,2 \text{ m/s}^2$ . Beim Verzögern wechselt der Gabelstapler 10 von dem Zustand kleiner Verzögerung zu dem Zustand großer Verzögerung bei  $-1,0 \text{ m/s}^2$ , und er wechselt von dem Zustand großer Verzögerung zu dem Zustand kleiner Verzögerung bei  $-0,2 \text{ m/s}^2$ .

[0102] Wenn die Zulassungsmarke FX Eins beträgt, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44 den bei der Durchdrehungsverhinderungssteuerung verwendeten Durchdrehungsbestimmungswert entsprechend der Beschleunigungsmarke FA. Und zwar wenn die Beschleunigungsmarke FA Null beträgt, dann führt die Steuervorrichtung 44 die Durch-

drehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem ersten Durchdrehungsbestimmungswert Va1 durch. Wenn die Beschleunigungsmarke FA Eins beträgt, dann führt die Steuervorrichtung 44 die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V D$  und dem zweiten Durchdrehungsbestimmungswert Va2 durch.

[0103] Die Fig. 12 zeigt eine grafische Darstellung der Vorderradgeschwindigkeit VF, der Hinterradgeschwindigkeit VD, der Fahrzeugbeschleunigung AC und des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$ , wenn der Gabelstapler 10 auf einer trockenen Fahrbahnoberfläche fährt. Der Radwinkel  $\theta$  beträgt Null. Die Mastbaugruppe 17 ist an der hintersten Position. Das Lastgewicht auf der Gabel 17a beträgt Null. Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass der Betriebszustand des Gabelstaplers 10 ein Durchdrehen des Gabelstaplers 10 bewirkt.

[0104] Gemäß der grafischen Darstellung in der Fig. 12 wird der Beschleunigungshebel 23 für eine Richtungsumschaltung zwischen den Zeitpunkten  $T_2$  und  $T_3$  betätigt. Somit wechselt der Gabelstapler 10, der in dem Beschleunigungszustand ist, durch die Richtungsumschaltung zu dem Verzögerungszustand, und er wird dann angehalten. Anschließend wird der Gabelstapler in der entgegengesetzten Richtung gestartet.

[0105] Die Hochachse der grafischen Darstellung in der Fig. 12 stellt die Geschwindigkeit oder Beschleunigung dar. Zur Vereinfachung der Beschreibung haben die Bestimmungswerte Va1, Va2, AC1 und Vb negative Werte, wenn die Fahrzeugbeschleunigung AC und der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  negative Werte haben.

[0106] Die Periode zwischen den Zeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  ist eine Periode zum Beschleunigen des Gabelstaplers 10, bevor die Richtungsumschaltung durchgeführt wird. Die Periode zwischen den Zeitpunkten  $T_5$  und  $T_6$  ist eine Periode zum Beschleunigen des Gabelstaplers 10 in der Rückwärtsrichtung. Während diesen Perioden  $T_1$  bis  $T_2$ ,  $T_5$  bis  $T_6$  wird bestimmt, dass der Gabelstapler 10 in dem Zustand großer Beschleunigung ist, und die Beschleunigungsmarke FA wird auf Eins gesetzt. Die Periode zwischen den Zeitpunkten  $T_3$  und  $T_4$  ist eine Periode zum Verzögern bei einer Richtungsumschaltung. Während der Periode  $T_3$  bis  $T_4$  wird bestimmt, dass der Gabelstapler 10 in dem Zustand großer Verzögerung ist, und die Beschleunigungsmarke FA wird auf Eins gesetzt. Demgemäß wird während der Periode  $T_1$  bis  $T_2$ , während der Periode  $T_3$  bis  $T_4$  und während der Periode  $T_5$  bis  $T_6$  der zweite Durchdrehungsbestimmungswert Va2 als der bei der Durchdrehungsverhinderungsprozedur verwendete Durchdrehungsbestimmungswert verwendet. Insbesondere wird der Durchdrehungsbestimmungswert auf  $0,3 \text{ m/s}$  festgelegt. In anderen Perioden außer den vorstehend genannten wird der erste Durchdrehungsbestimmungswert Va1 als der Durchdrehungsbestimmungswert verwendet, der  $0,2 \text{ m/s}$  beträgt.

[0107] Wenn der Gabelstapler 10 vor der Richtungsumschaltung beschleunigt wird, dann überschreitet der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  den Zulassungsbestimmungswert Vd nicht. Somit wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt. Wenn der Gabelstapler 10 während der Richtungsumschaltung anhält und gestartet wird, dann überschreitet der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  vorübergehend den Zulassungsbestimmungswert Vb ungefähr zu dem Zeitpunkt  $T_4$  und fällt dann unter den zweiten Durchdrehungsbestimmungswert Va2. Zu dem Zeitpunkt  $T_5$  unmittelbar nach dem Zeitpunkt  $T_4$  wird der zweite Durchdrehungsbestimmungswert Va2 ausgewählt. Somit wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt.

**[0108]** Es ist davon auszugehen, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Zulassungsbestimmungswerts  $V_b$  während einer Verzögerung bei der Richtungsumschaltung nicht unterbunden wird. In diesem Fall wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur unmittelbar vor dem Zeitpunkt  $T_3$  auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  und dem ersten Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a1}$  ausgeführt. Zu dem Zeitpunkt  $T_3$  wird der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  verwendet. Da der Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  den zweiten Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  nicht überschreitet, wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt.

**[0109]** Es ist davon auszugehen, dass die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Zulassungsbestimmungswerts  $V_b$  während einer Verzögerung des Gabelstaplers **10** bei der Richtungsumschaltung unterbunden wird. In diesem Fall überschreitet der Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  nicht den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$ , wie dies durch eine gestrichelte Linie D in der Fig. 12 gezeigt ist. Daher wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt, obwohl der Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  den ersten Durchdrehungsbestimmungswert  $V_a$  unmittelbar vor dem Zeitpunkt  $T_3$  überschreitet. Der Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  überschreitet den zweiten Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  nach dem Zeitpunkt  $T_3$ . Da jedoch der Durchdrehungswert  $\Delta V_D$  den Zulassungsbestimmungswert  $V_b$  nicht überschreitet, wird die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt.

**[0110]** Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$ , der relativ groß ist, dann verwendet, wenn eine Beschleunigung oder Verzögerung des Gabelstaplers **10** relativ groß ist. Wenn der Gabelstapler **10** mit einer relativ großen Rate beschleunigt oder verzögert werden kann, ist es unwahrscheinlich, dass der Betriebszustand das Durchdrehen des Gabelstaplers **10** bewirkt. Daher wird unter Verwendung des zweiten Durchdrehungsbestimmungswerts  $V_{a2}$  das übermäßige Ausführen der Durchdrehungsverhinderungsprozedur verhindert, wenn die Beschleunigung oder Verzögerung groß ist. Demgemäß wird der Gabelstapler **10** zuverlässig beschleunigt oder verzögert.

**[0111]** Die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 9 bis 12 können folgendermaßen abgewandelt sein.

**[0112]** Anstatt den Durchdrehungsbestimmungswert entsprechend der Beschleunigung oder der Verzögerung des Gabelstaplers **10** zu ändern, kann die Durchdrehungsverhinderungsprozedur ungeachtet des Durchdrehungswerts  $\Delta V_D$  unterbunden werden, wenn der Gabelstapler **10** in dem Zustand großer Beschleunigung oder in dem Zustand großer Verzögerung ist. Anders gesagt kann die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nur dann zugelassen werden, wenn bestimmt wird, dass der Gabelstapler **10** in dem Zustand kleiner Beschleunigung oder in dem Zustand kleiner Verzögerung ist. Dies vereinfacht die Prozedur.

**[0113]** Anstatt die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Zulassungsbestimmungswerts  $V_b$  zu unterbinden, braucht nur der Durchdrehungsbestimmungswert entsprechend der Beschleunigung oder der Verzögerung des Gabelstaplers **10** geändert werden. Und zwar kann die Prozedur des in der Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiels weggelassen werden, und es brauchen nur die Prozeduren des in den Fig. 10 bis 12 gezeigten Ausführungsbeispiels ausgeführt werden. In diesem Fall wird der Schritt S11 der in der Fig. 11 gezeigten Routine weggelassen.

**[0114]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 10 bis 12 kann der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  entsprechend dem Betriebszustand des Gabelstaplers **10**

geändert werden. Wenn die Mastbaugruppe **17** an der vordersten Position ist, kann, wenn zum Beispiel die Last auf der Gabel **17a** Null beträgt, der zweite Durchdrehungsbestimmungswert  $V_{a2}$  anders sein als wenn die Last nicht Null beträgt. Dies ermöglicht eine auszuführende Feinsteuerung.

**[0115]** Anstatt beide Beschleunigungsbestimmungswerte  $AC_1$ ,  $AC_2$  zum Bestimmen des Beschleunigungszustands des Gabelstaplers **10** zu verwenden, kann ein einziger Beschleunigungsbestimmungswert verwendet werden.

**[0116]** Wenn der Gabelstapler beschleunigt wird, kann der Durchdrehungsbestimmungswert oder der Beschleunigungsbestimmungswert anders sein als wenn der Gabelstapler **10** verzögert wird.

**[0117]** Die Fahrzeugbeschleunigung  $AC$  kann durch einen zusätzlichen Beschleunigungssensor erfasst werden.

**[0118]** Ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 13 und 14 beschrieben. Es werden hauptsächlich die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) nachfolgend beschrieben. Das Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 13 bis 15 bezieht sich auf eine Bremsprozedur für die Vorderräder **11L**, **11R**, die mit der Durchdrehungsverhinderungsprozedur der Regenerativ-Betriebsweise ausgeführt wird. Und zwar werden wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) die Bremsen **16** je nach Bedarf betätigt, um bei diesem Ausführungsbeispiel die Vorderräder **11L**, **11R** zu bremsen, wenn das Bremsmoment des Antriebsmotors **19** zum Verhindern des Durchdrehens des Hinterrads **12** während der Regenerativ-Betriebsweise begrenzt ist. Infolgedessen wird die Reduzierung der Bremskraft aufgrund der Begrenzung des Bremsmoments des Antriebsmotors **19** ausgeglichen.

**[0119]** Dieses Ausführungsbeispiel bezieht sich auf Einzelheiten einer derartigen Bremssteuerungsprozedur.

**[0120]** Wenn die Durchdrehungsverhinderungsprozedur während der Regenerativ-Betriebsweise durchgeführt wird, wird die Verzögerung des Gabelstaplers **10** durch die auf das Antriebsrad **12** von dem Antriebsmotor **19** aufgebrachte Bremskraft (Hauptbremskraft) und durch die auf die Vorderräder **11L**, **11R** von den Bremsen **16** aufgebrachte Bremskraft (Hilfsbremskraft) bestimmt. Die Hilfsbremskraft wird durch den Druck des von der Bremssteuerventileinheit **33** den Bremsen **16** zugeführten Öls oder durch den Hilfsbremsdruck bestimmt. Die Steuervorrichtung **44** stellt die Hilfsbremskraft entsprechend den in der Fig. 13 gezeigten Bremsdruckdaten  $M_2$  so ein, dass die Verzögerung des Gabelstaplers **10** in einem angemessenen Bereich bleibt. Die in der Fig. 13 gezeigten Bremsdruckdaten  $M_2$  wurden im Voraus in dem Speicher der Steuervorrichtung **44** gespeichert.

**[0121]** Die Bremsdruckdaten  $M_2$  werden zum Bestimmen des Hilfsbremsdrucks  $P_K$  verwendet, der mit der Hilfsbremskraft in einer Wechselbeziehung steht. Die Bremsdruckdaten  $M_2$  legen vier Stufen des Hilfsbremsdrucks  $P_K$  fest, und zwar einen ersten bis vierten Bremsdruck  $P_0$  bis  $P_3$ . Der dritte Bremsdruck  $P_2$  ist ein Referenzwert  $P$ . Der erste Bremsdruck  $P_0$  beträgt Null. Der zweite Bremsdruck  $P_1$  ist um 30% geringer als der Referenzwert oder  $0,7 P$ . Der vierte Bremsdruck  $P_3$  ist um 30% größer als der Referenzwert  $P$  oder  $1,3 P$ .

**[0122]** Die Steuervorrichtung **44** wählt einen von dem ersten bis vierten Bremsdruck  $P_0$  bis  $P_3$  auf der Grundlage der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  aus, indem sie sich auf die Bremsdruckdaten  $M_2$  bezieht. Der ausgewählte Bremsdruck wird als der Hilfsdruck  $P_K$  festgelegt. Die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  wird auf der Grundlage der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  in einer vorbestimmten Periode berechnet. Die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  wird zum Beispiel durch den Durchschnitt der Vorderrad-Bewegungsgeschwindigkeit

keiten VLF, VRR dargestellt, die bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) beschrieben wurden.

[0123] Wie dies durch die Bremsdruckdaten M2 gemäß der Fig. 13 gezeigt ist, entspricht der ersten Bremsdruck P0 einem Bereich der Fahrzeugverzögerung  $\beta$ , der gleich wie oder größer als  $\beta 5$  ist. Der zweite Bremsdruck P1 entspricht einem Bereich der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  zwischen  $\beta 3$  und  $\beta 6$ . Der dritte Bremsdruck P2 entspricht einem Bereich der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  zwischen  $\beta 1$  und  $\beta 4$ . Der vierte Bremsdruck P3 entspricht einem Bereich der Fahrzeugverzögerung  $\beta$ , der gleich wie oder kleiner als  $\beta 2$  ist. Die Werte der Fahrzeugverzögerung  $\beta 1$  bis  $\beta 6$  genügen der Ungleichung  $0 < \beta 1 < \beta 2 < \beta 3 < \beta 4 < \beta 5 < \beta 6$ . Der erste bis vierte Bremsdruck P0 bis P3 und die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  genügen den folgenden Gleichungen:

$$P0: \beta \geq \beta 5$$

$$P1: \beta 3 \leq \beta \leq \beta 6$$

$$P2: \beta 1 \leq \beta \leq \beta 4$$

$$P3: \beta \leq \beta 2.$$

[0124] Während der Durchdrehungsverhinderungsprozedur beginnt die Steuervorrichtung 44 eine Betätigung der Bremsen 16 mit dem dritten Bremsdruck P2, der den Referenzwert P ist. Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  in jenem Bereich ist, der dem gegenwärtigen Hilfsdruck PK entspricht, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK angemessen ist, und sie erhält den gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK aufrecht. Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  außerhalb des Bereiches ist, der dem gegenwärtigen Hilfsdruck PK entspricht, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK unangemessen ist, und sie ändert den Hilfsbremsdruck PK derart, dass der Hilfsbremsdruck PK der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  entspricht. Wie dies in Fig. 13 gezeigt ist, wird nämlich, wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  den oberen Wert des Bereiches überschreitet, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht, der Hilfsbremsdruck PK um eine Stufe verringert. Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  unter den untersten Wert des Bereiches fällt, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht, dann wird der Hilfsbremsdruck PK um eine Stufe erhöht.

[0125] Jeder Bereich der Fahrzeugverzögerung  $\beta$ , der einem von dem ersten bis vierten Bremsdruck P0 bis P3 entspricht, überschneidet sich mit den Bereichen der Fahrzeugverzögerung  $\beta$ , die den angrenzenden Bremsdruckbereichen entsprechen. Dies soll die Hysteresefehler der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  ausgleichen.

[0126] Die Fig. 14 zeigt eine Flusskarte einer Bremssteuerungsroutine, die während der Regenerativ-Betriebsweise ausgeführt wird. Die Routine gemäß der Fig. 14 wird gestartet, wenn die Regenerativ-Betriebsweise beginnt, und sie wird in vorbestimmten Intervallen während der Regenerativ-Betriebsweise wiederholt. Die Regenerativ-Betriebsweise beginnt zum Beispiel beim Betätigen des Beschleunigungshebels 23 für eine Richtungsumschaltung.

[0127] Bei einem Schritt S21 bestimmt die Steuervorrichtung 24, ob die gegenwärtige Routine zum ersten Mal gestartet ist, nachdem die Regenerativ-Betriebsweise begonnen hat. Wenn die gegenwärtige Routine die erste Routine ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S22 weiter. Wenn die gegenwärtige Routine zum zweiten Mal oder noch häufiger ausgeführt wird, dann schreitet die

Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S24 weiter.

[0128] Bei dem Schritt S22 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder größer als ein vorbestimmter geringer Geschwindigkeitsbestimmungswert Vd ist. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V geringer ist als der geringe Geschwindigkeitsbestimmungswert Vd, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der Gabelstapler 10 in einem Bereich geringer Geschwindigkeit ist, und sie beendet die gegenwärtige Routine. In diesem Fall wird die Steuervorrichtung 44 diese Routine nicht ausführen, bis die Regenerativ-Betriebsweise abgeschlossen ist. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder größer als der geringe Geschwindigkeitsbestimmungswert Vd ist, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der Gabelstapler 10 nicht in dem Bereich geringer Geschwindigkeit ist, und sie schreitet zu einem Schritt S23 weiter.

[0129] Bei dem Schritt S24 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Bremsen 16 betätigt werden. Wenn die Bremsen 16 nicht betätigt werden, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S23 weiter. Wenn die Bremsen 16 betätigt werden, dann schreitet die Steuerung 44 zu einem Schritt S25 weiter.

[0130] Bei dem Schritt S23 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  größer ist als der Bestimmungswert Va. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  gleich wie oder kleiner als der Bestimmungswert Va ist, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass das Hinterrad 12 nicht durchdreht, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta V D$  größer ist als der Bestimmungswert Va, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass das Hinterrad 12 durchdreht, und sie schreitet zu einem Schritt S25 weiter. Wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 durchdreht, dann ist das Bremsmoment des Antriebsmotors 19 ähnlich wie bei dem des ersten Ausführungsbeispiels gemäß den Fig. 1 bis 8(c) zum Stoppen des Durchdrehens.

[0131] Bei dem Schritt S25 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob eine vorbestimmte Warteperiode t verstrichen ist, seitdem die Bremsen 16 aktiviert wurden. Die Warteperiode t entspricht jener Zeit von der Betätigung der Bremsen 16 bis zur Stabilisierung der Fahrzeugverzögerung  $\beta$ . Die Warteperiode t beträgt zum Beispiel 100 bis 300 ms. Wenn die Warteperiode t nicht verstrichen ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S31 weiter und betätigt die Bremsen 16 mit dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK. Und zwar speist die Steuervorrichtung 44 einen Strom entsprechend dem Hilfsbremsdruck PK in das Elektromagnetventil 33b der Bremssteuerventileinheit 33 ein.

[0132] Wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 durchdreht, dann wird der Hilfsbremsdruck PK zunächst auf den dritten Bremsdruck P2 festgelegt, der der Referenzwert P ist (siehe Fig. 13). Wenn bei dem Schritt S23 bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 durchdreht, dann werden daher die Bremsen 16 bei dem Schritt S31 mit dem dritten Bremsdruck P2 aktiviert.

[0133] Wenn bei dem Schritt S25 die Warteperiode t verstrichen ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S26 weiter und berechnet die Fahrzeugverzögerung  $\beta$ . Bei dem Schritt S27 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Hilfsbremsdruck PK für die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  angemessen ist, indem sie sich auf die Bremsdruckdaten M2 gemäß Fig. 13 bezieht. Und zwar bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  in einem Bereich ist, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht.

[0134] Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  in jenem Be-

reich ist, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK angemessen ist, und sie schreitet zu den Schritt S31 weiter. Bei dem Schritt S31 aktiviert die Steuervorrichtung 44 die Bremsen 16 mit dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK. Und zwar wird der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK aufrechterhalten.

[0135] Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  außerhalb des Bereiches des gegenwärtigen Hilfsbremsdrucks PK ist, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK nicht angemessen ist, und sie schreitet zu einem Schritt S28 weiter. Bei dem Schritt S28 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  größer ist als der obere Wert des Bereiches, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht.

[0136] Wenn das Ergebnis bei dem Schritt S28 positiv ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S29 weiter, und sie verringert den Hilfsbremsdruck PK um eine Stufe. Wenn jedoch der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK der erste Bremsdruck P0 oder der geringste Wert ist, dann wird der Hilfsbremsdruck PK auf den ersten Bremsdruck P0 aufrechterhalten.

[0137] Wenn das Ergebnis bei dem Schritt S28 negativ ist, und zwar wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  unter dem geringsten Wert des Bereiches fällt, der dem gegenwärtigen Hilfsbremsdruck PK entspricht, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S30 weiter. Bei dem Schritt S30 erhöht die Steuervorrichtung 44 den Hilfsbremsdruck PK um eine Stufe. Wenn jedoch der gegenwärtige Hilfsbremsdruck PK der vierte Bremsdruck P3 oder der höchste Wert ist, dann wird der Hilfsbremsdruck PK auf den vierten Bremsdruck P3 aufrechterhalten.

[0138] Nachdem der Schritt S31 entweder von dem Schritt S29 oder dem Schritt S30 erreicht wurde, aktiviert die Steuervorrichtung 44 die Bremsen 16 durch den neuen Hilfsbremsdruck PK. Und zwar führen die Bremsen 16 den Bremsvorgang durch den Hilfsbremsdruck PK durch, der um eine Stufe versetzt wurde.

[0139] Bei dem Schritt S32 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Antriebsmotor 19 die Regenerativ-Betriebsweise aufrechterhält. Wenn zum Beispiel der Beschleunigungshebel 23 während einer Verzögerung bei der Richtungsumschaltung in einer Richtung betätigt wird, die zu der gegenwärtigen Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 passt, dann wird bestimmt, dass die Regenerativ-Betriebsweise ausgesetzt wird. Wenn außerdem der Beschleunigungshebel 23 während einer Verzögerung der Richtungsumschaltung zu der neutralen Position geschaltet wird, dann wird bestimmt, dass die Regenerativ-Betriebsweise ausgesetzt wird.

[0140] Wenn die Regenerativ-Betriebsweise ausgesetzt wird, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S34 weiter, und sie steuert die Bremssteuerventileinheit 33 derart, dass die Bremsen 16 den Bremsvorgang beenden. Danach beendet die Steuervorrichtung 44 die Routine. Wenn bestimmt wird, dass die Regenerativ-Betriebsweise aufrechterhalten wird, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S33 weiter.

[0141] Bei dem Schritt S33 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder kleiner als der Haltebestimmungswert Vc ist. Der Haltebestimmungswert Vc ist ein Wert einer geringen Fahrzeuggeschwindigkeit, bei dem davon auszugehen ist, dass der Gabelstapler 10 stillsteht, wie dies bei dem Schritt S4 der in der Fig. 9 gezeigten Flusskarte beschrieben wurde. Der Haltebestimmungswert Vc beträgt zum Beispiel 1 km/h. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V größer ist als der Haltebestimmungswert Vc, dann setzt die Steuervorrichtung 44 die

gegenwärtige Routine vorübergehend aus, und sie beginnt dann eine Wiederholung dieser Routine.

[0142] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit Vc gleich wie oder kleiner als der Haltebestimmungswert Vc ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S34 weiter. Bei dem Schritt S34 steuert die Steuervorrichtung 44 die Bremssteuerventileinheit 33 derart, dass die Bremsen 16 den Bremsvorgang beenden, und sie beendet die gegenwärtige Routine. Daher wird der Bremsvorgang der Vorderräder 11L, 11R durch die Bremsen 16 unmittelbar vor dem Anhalten des Gabelstaplers 10 beendet. Dies verhindert, dass bei dem Bremsvorgang des Gabelstaplers 10 aufgrund des Bremsvorgangs ein Stoß erzeugt wird, der auf die Fahrzeugkarosserie übertragen wird.

[0143] Wie dies vorstehend beschrieben ist, werden, wenn das Hinterrad 12 während einer Verzögerung bei der Regenerativ-Betriebsweise durchdreht, die Bremsen 16 mit dem dritten Bremsdruck P2 aktiviert, der die Vorderräder 11L, 11R mit einer Kraft bremst, die dem dritten Bremsdruck P2 entspricht. Der Bremsvorgang mit dem dritten Bremsdruck P2 wird in einer Warteperiode t fortgesetzt. Nach der Warteperiode t, und zwar nachdem sich die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  stabilisiert hat, werden die Schritte S26 bis S31 wiederholt, so dass der Hilfsbremsdruck PK auf jenen Wert eingestellt wird, der der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  entspricht. Wenn sich die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  erhöht, dann wird der Hilfsbremsdruck PK dementsprechend verringert, so dass sich die Bremskraft verringert. Wenn die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  verringert wird, dann wird der Hilfsbremsdruck PK erhöht, so dass sich die Bremskraft erhöht. Auf diese Weise wird die Bremskraft in Übereinstimmung mit der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  eingestellt, und die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  wird in einem vorbestimmten angemessenen Bereich aufrechterhalten.

[0144] Wie dies bei dem Schritt S24 gezeigt ist, wird die Durchdrehungsbestimmung bei dem Schritt S23 aus dem folgenden Grund nicht ausgeführt, während die Bremsen 16 betätigt werden. Und zwar deutet das Durchdrehen des Hinterrads 12 darauf hin, dass der Bremsweg des Gabelstaplers 10 relativ lang ist. Nachdem bei dem Schritt S23 bestimmt wurde, dass das Hinterrad 12 durchdreht, wird somit der Bremsweg minimiert, indem die Bremsen 16 ununterbrochen aktiviert werden, ohne dass die Durchdrehungsbestimmung ausgeführt wird.

[0145] Da die Bremsen 16 hydraulisch betätigt werden, braucht ein elektrischer Strom nur den Elektromagnetventilen 33b zugeführt werden, um die Bremsen 16 zu betätigen. Da der Gabelstapler 10 durch den elektrischen Strom von der Batterie angetrieben wird, ist der Stromverbrauch in günstiger Weise minimiert. Dieses Ausführungsbeispiel ist daher zum Reduzieren des Stromverbrauchs vorzuziehen, bei dem die Vorderräder 11L, 11R durch die Hydraulikbremsen 16 gebremst werden.

[0146] Die in dem Speicher der Steuervorrichtung 44 im voraus gespeicherten Bremsdruckdaten M2 lassen eine einfache und zuverlässige Steuerung des Hilfsbremsdruck PK in Übereinstimmung mit der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  zu.

[0147] Der Hilfsbremsdruck PK wird aus mehreren Stufen ausgewählt. Verglichen mit dem Fall, in dem der Hilfsbremsdruck PK stetig geändert wird, ist die Steuerung bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel daher einfach.

[0148] Der Hilfsbremsdruck PK wird in Übereinstimmung mit einem einzigen Parameter geändert, der die Fahrzeugverzögerung  $\beta$  ist. Daher ist die Steuerung einfach.

[0149] Wenn die Warteperiode t verstrichen ist, nachdem die Bremsen 16 mit dem Referenzbremsdruck P2 aktiviert wurden, wird der Hilfsbremsdruck PK in Übereinstimmung mit der stabilen Fahrzeugverzögerung  $\beta$  gesteuert. Und zwar

wird verhindert, dass der Hilfsbremsdruck PK aufgrund instabiler Werte der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  unmittelbar nach der Aktivierung der Bremsen 16 einen unangemessenen Wert erhält.

[0150] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V kleiner ist als der geringe Geschwindigkeitsbestimmungswert Vd unmittelbar nach dem Start der Regenerativ-Betriebsweise, und zwar wenn ein kurzer Bremsweg erwartet wird, ohne dass die Vorderräder 11L, 11R gebremst werden, dann werden die Bremsen 16 nicht aktiviert. Dies verhindert eine überflüssige Aktivierung der Bremsen 16 und schont die Batterie.

[0151] Ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 15 beschrieben. Das fünfte Ausführungsbeispiel ist eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß den Fig. 13 und 14. Wie dies in der Fig. 15 gezeigt ist, sind die Schritte S26 bis S30 gemäß der Fig. 14 weggelassen, und es werden nur die Schritte S21 bis S24, S31 bis S34 ausgeführt. Und zwar wird bei einem Schritt S31 ein Bremsvorgang durch einen vorbestimmten einzigen Hilfsbremsdruck PK durchgeführt. Der Hilfsbremsdruck PK wird nicht entsprechend der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  geändert.

[0152] Die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 13 bis 15 können folgendermaßen abgewandelt sein.

[0153] Wenn der Beschleunigungshebel 23 zu der neutralen Position bewegt wird, während der Gabelstapler 10 fährt, dann können die Durchdrehungsverhinderungsprozedur und die Bremssteuerungsprozedur ausgeführt werden. Und zwar muss bei dem in den Fig. 14 oder 15 gezeigten Schritt S32 nicht berücksichtigt werden, ob der Beschleunigungshebel 23 zu der neutralen Position bewegt wird, um zu bestimmen, ob der Bremsvorgang beendet werden muss.

[0154] Der Hilfsbremsdruck PK kann in Übereinstimmung mit der Differenz zwischen der Fahrzeugverzögerung  $\beta$  und einem vorbestimmten Sollwert berechnet werden. In diesem Fall kann das Lastgewicht auf der Gabel 17a erfasst werden, und der Sollwert kann in Übereinstimmung mit dem Lastgewicht festgelegt werden.

[0155] Die Bedingung zum Starten der Durchdrehungsverhinderungsprozedur kann anders sein als die Bedingung zum Starten der Bremssteuerungsprozedur. Zum Beispiel kann der Durchdrehungsbestimmungswert, der der Referenzwert zum Starten der Bremssteuerungsprozedur ist, kleiner sein als der Durchdrehungsbestimmungswert Va, der der Referenzwert zum Starten der Durchdrehungsverhinderungsprozedur ist.

[0156] Die Bremskraft der Bremsen 16 kann durch ein anderes Verfahren als das Ändern des Hilfsbremsdrucks PK eingestellt werden. Zum Beispiel können die Aktivierung und die Deaktivierung der Bremsen 16 in kurzen Intervallen wiederholt werden, und das Aktivierungsverhältnis in jedem Zyklus kann geändert werden, um die Bremskraft zu steuern.

[0157] Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 9 kann mit den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 13 bis 15 kombiniert werden. Und zwar wenn die Durchdrehungsverhinderungsprozedur auf der Grundlage des Zulassungsbestimmungswerts Vb unterbunden wird, kann die Bremssteuerungsprozedur gemäß den Fig. 13 bis 15 unterbunden werden.

[0158] Das Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 10 bis 12 kann mit den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 13 bis 15 kombiniert werden. Und zwar kann bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 13 bis 15 der Durchdrehungsbestimmungswert in Übereinstimmung mit der Beschleunigung oder der Verzögerung des Gabelstaplers 10 geändert werden.

[0159] Ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 16 beschrieben. Es werden hauptsächlich die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) und zu dem fünften Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 15 nachfolgend beschrieben. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) werden die Durchdrehungsverhinderungsprozedur für das Hinterrad 12 und die Bremssteuerungsprozedur für die Vorderräder 11L, 11R dann ausgeführt, wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 während der Regenerativ-Betriebsweise erfasst wird. Des weiteren wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 16(a) bis 16(c) die Bremssteuerungsprozedur für die Vorderräder 11L, 11R dann ausgeführt, wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 während der Regenerativ-Betriebsweise zum Beispiel aufgrund einer Fehlfunktion nicht erfasst werden kann.

[0160] Wie dies bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) beschrieben ist, wird der Durchdrehungswert  $\Delta V D$ , der zum Bestimmen verwendet wird, ob das Hinterrad 12 durchdreht, durch die Differenz zwischen der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit VDP dargestellt. Die umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP wird auf der Grundlage der Vorderraddrehzahlen NLF, NRF berechnet, die durch die Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R erfasst werden. Wenn zumindest einer der Vorderraddrehzahlsensoren 45L oder 45R eine Fehlfunktion hat, dann kann daher der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  nicht erhalten werden, und es kann nicht erfasst werden, ob das Hinterrad 12 durchdreht.

[0161] Die Fig. 16 zeigt eine Fahrtsteuerungsroute des Gabelstaplers 10. Die Routine gemäß den Fig. 16(a) bis 16(c) wird in vorbestimmten Intervallen ausgeführt, während sich der Gabelstapler 10 bewegt.

[0162] Bei einem Schritt S41 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob beide Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R normal sind. Und zwar bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob sie Pulssignale von den Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R aufnimmt, die die Vorderraddrehzahlen NLF bzw. NRF darstellen. Wenn das Ergebnis positiv ist, und zwar wenn die Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R normal sind, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S42 weiter.

[0163] Die Schritte S42 bis S50 beziehen sich auf eine Sollmomentfestlegungsprozedur und auf die Durchdrehungsverhinderungsprozedur, die bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 8(c) beschrieben ist. Daher ist bei Bedarf auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels gemäß den Fig. 1 bis 8(c) Bezug zu nehmen.

[0164] Bei dem Schritt S42 berechnet die Steuervorrichtung 44 die Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF auf der Grundlage der Vorderraddrehzahlen NLF, NRF. Die Vorderradgeschwindigkeit VF stellt die Bewegungsgeschwindigkeit von einem der Vorderräder 11L, 11R dar, das sich während einer Kurvenfahrt radial außen befindet.

[0165] Bei dem Schritt S43 berechnet die Steuervorrichtung 44 die Hinterraddrehzahl ND auf der Grundlage der Motordrehzahl NM, die durch die Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b erfasst wird. Die Steuervorrichtung 44 berechnet auch die Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD auf der Grundlage der Hinterraddrehzahl ND. Bei dem Schritt S44 berechnet die Steuervorrichtung 44 eine umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit VDP auf der Grundlage der Vorderradbewegungsgeschwindigkeit VF. Bei dem Schritt S45 berechnet die Steuervorrichtung 44 den Durchdrehungswert  $\Delta V D$ , indem sie die umgewandelte Bewegungs-

geschwindigkeit VDP von der Hinterradbewegungsgeschwindigkeit VD subtrahiert.

[0166] Bei dem Schritt S46 berechnet die Steuervorrichtung 44 ein Sollmoment des Antriebsmotors 19 auf der Grundlage der Motordrehzahl NM und der Hebelbetätigungsgröße ACC, indem sie sich auf die Abbildung M1 bezieht, die in der Fig. 4 gezeigt ist. Wenn der Antriebsmotor 19 in der Antriebs-Betriebsweise gesteuert wird, dann wird das Soll-Antriebsmoment berechnet. Wenn der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise gesteuert wird, dann wird das Sollbremsmoment berechnet.

[0167] Bei dem Schritt S47 bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta VD$  den Bestimmungswert Va überschreitet. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta VD$  gleich wie oder kleiner als der Bestimmungswert ist, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass das Hinterrad 12 nicht durchdreht, und sie schreitet zu einem Schritt S48 weiter. Bei dem Schritt S48 steuert die Steuervorrichtung 44 den Antriebsmotor 19 gemäß dem normalen Sollmoment, das bei dem Schritt S46 berechnet wurde.

[0168] Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts  $\Delta VD$  den Bestimmungswert Va überschreitet, dann bestimmt die Steuervorrichtung 44, dass das Hinterrad 12 durchdreht, und sie schreitet zu einem Schritt S49 weiter. Bei dem Schritt S49 reduziert die Steuervorrichtung 44 das bei dem Schritt S46 berechnete normale Sollmoment um eine vorbestimmte Rate, und sie legt das Ergebnis als ein neues Sollmoment zum Verhindern des Durchdrehens fest. Danach schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S50 weiter. Bei dem Schritt S50 steuert die Steuervorrichtung 44 den Antriebsmotor 19 gemäß dem reduzierten Sollmoment.

[0169] Bei einem Schritt S51, der dem Schritt S48 folgt, hält die Steuervorrichtung 44 die Bremsen 16 an, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Und zwar wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 nicht durchdreht, dann werden die Vorderräder 11L, 11R nicht gebremst.

[0170] Bei einem Schritt S52, der dem Schritt S50 folgt, bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder kleiner als der vorbestimmte Haltebestimmungswert Vc ist. Die Fahrzeuggeschwindigkeit V wird zum Beispiel durch den Durchschnitt der Vorderradbewegungsgeschwindigkeiten VLF, VRF dargestellt. Wie dies bei dem Schritt S33 bei der in der Fig. 14 gezeigten Flusskarte beschrieben ist, ist der Haltebestimmungswert Vc ein Wert der Fahrzeuggeschwindigkeit V, bei dem der Gabelstapler 10 im Wesentlichen hält. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder kleiner als der Haltebestimmungswert Vc ist, dann führt die Steuervorrichtung 44 den Schritt S51 aus, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus.

[0171] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V größer als der Haltebestimmungswert Vc ist, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S53 weiter und bestimmt, ob der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise gesteuert wird. Und zwar bestimmt die Steuervorrichtung 44, ob die gegenwärtige Bewegungsrichtung des Gabelstaplers 10 entgegengesetzt zu jener Richtung ist, die durch den Beschleunigungshebel 23 angegeben wird.

[0172] Wenn der Antriebsmotor 19 nicht in der Regenerativ-Betriebsweise betätigt wird, und zwar wenn der Antriebsmotor 19 in der Antriebs-Betriebsweise betätigt wird, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S51 weiter und setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Wenn der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise betätigt wird, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S54 weiter. Bei dem Schritt S54 ak-

tiviert die Steuervorrichtung 44 die Bremsen 16, und sie setzt die gegenwärtige Routine vorübergehend aus. Und zwar wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 während der Regenerativ-Betriebsweise durchdreht, dann werden die Durchdrehungsverhinderungsprozedur für das Hinterrad 12 und die Bremssteuerungsprozedur für die Vorderräder 11L, 11R ausgeführt.

[0173] Wenn das Ergebnis bei dem Schritt S41 negativ ist, und zwar wenn zumindest einer der Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R eine Fehlfunktion hat, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S55 weiter. Bei dem Schritt S55 berechnet die Steuervorrichtung 44 wie bei dem Schritt S46 das Sollmoment des Antriebsmotors 19 auf der Grundlage der Motordrehzahl NM und der Hebelbetätigungsgröße ACC, indem sie sich auf die in der Fig. 4 gezeigte Abbildung M1 bezieht. Bei dem Schritt S56 steuert die Steuervorrichtung 44 den Antriebsmotor 19 gemäß dem normalen Sollmoment, das bei dem Schritt S55 berechnet wurde.

[0174] Nach dem Schritt S56 schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S53 weiter. Wie dies vorstehend beschrieben ist, bestimmt die Steuervorrichtung 44 bei dem Schritt S53, ob der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise betätigt wird. Wenn der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise betätigt wird, dann schreitet die Steuervorrichtung 44 zu einem Schritt S54 weiter, und sie aktiviert die Bremsen 16.

[0175] Wie dies vorstehend beschrieben ist, wird, wenn bestimmt wird, dass zumindest einer der Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R eine Fehlfunktion hat, und zwar wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 nicht erfasst werden kann, die Durchdrehungsverhinderungsprozedur nicht ausgeführt, und der Antriebsmotor 19 wird gemäß dem normalen Sollmoment gesteuert. Wenn der Antriebsmotor 19 in der Regenerativ-Betriebsweise gesteuert wird, dann werden die Vorderräder 11L, 11R durch die Bremsen 16 gebremst. Und zwar wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 bei der Regenerativ-Betriebsweise nicht erfasst werden kann, dann werden die Vorderräder 11L, 11R ungeachtet dessen gebremst, ob das Hinterrad 12 durchdreht.

[0176] Der Antriebsmotor 19, der ein Wechselstrominduktionsmotor ist, wird durch Einstellen der Größe und der Frequenz eines dem Antriebsmotor 19 zugeführten Dreiphasen-Wechselstroms gemäß Signalen von den Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b betätigt. Somit kann der Antriebsmotor 19 gesteuert werden, auch wenn die Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R eine Fehlfunktion haben. Wenn jedoch die Hinterraddrehzahlsensoren 41A, 41B eine Fehlfunktion haben, dann kann der Antriebsmotor 19 nicht gesteuert werden.

[0177] Wie dies vorstehend beschrieben ist, werden, wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 während der Regenerativ-Betriebsweise nicht erfasst werden kann, die Vorderräder 11L, 11R ungeachtet dessen gebremst, ob das Hinterrad 12 durchdreht. Wenn die Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R eine Fehlfunktion haben oder wenn Leitungen der Sensoren 45L, 45R unterbrochen sind, dann werden daher die Vorderräder 11L, 11R gebremst, um den Bremsweg des Gabelstaplers 10 zu minimieren.

[0178] Wenn nur einer der Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R eine Fehlfunktion hat, dann kann der Durchdrehungswert  $\Delta VD$  auf der Grundlage der Vorderraddrehzahl berechnet werden, die durch den normalen Sensor 45L, 45R erfasst wird, und die Durchdrehungsverhinderungsprozedur kann unter Verwendung des berechneten Durchdrehungswerts  $\Delta VD$  ausgeführt werden.

[0179] Die Vorderräder 11L, 11R werden nicht nur dann gebremst, wenn die Vorderraddrehzahlsensoren 45L, 45R

eine Fehlfunktion haben, sondern auch wenn der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  aufgrund einer Fehlfunktion der Hinterradsensoren 41a, 41b nicht berechnet werden kann. In diesem Fall kann der Antriebsmotor 19 durch einen Gleichstrommotor ersetzt werden, der selbst dann gesteuert werden kann, wenn die Hinterraddrehzahlsensoren 41a, 41b eine Fehlfunktion haben.

[0180] Ein Bremspedal 100 (siehe Fig. 3) kann an dem Boden des Stands 20 angeordnet sein, und wenn das Bremspedal 100 zum Bremsen des Hinterrads 12 niedergedrückt wird, kann das Durchdrehen des Hinterrads 12 erfasst werden. Wenn bestimmt wird, dass das Hinterrad 12 durchdreht, dann werden die Vorderräder 11L, 11R durch die Bremsen 16 gebremst. Wenn das Durchdrehen des Hinterrads 12 nicht erfasst werden kann, dann kann die Bremssteuerungsprozedur der Vorderräder 11L, 11R durch die Bremsen 16 ausgeführt werden.

[0181] Der Bremsvorgang der Vorderräder 11L, 11R kann gemäß einem der bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 13 bis 15 beschriebenen Verfahren ausgeführt werden.

[0182] Die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 1 bis 16 können folgendermaßen abgewandelt sein.

[0183] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel stellt der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  die Differenz zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit  $V D$  und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit  $V D P$  dar. Jedoch kann der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  ein Durchdrehungsverhältnis darstellen. In diesem Fall wird der Durchdrehungswert  $\Delta V D$  auf der Grundlage der folgenden Gleichungen berechnet. Die obere Gleichung wird während der Antriebs-Betriebsweise oder beim Beschleunigen des Gabelstaplers 10 verwendet. Die untere Gleichung wird während der Regenerativ-Betriebsweise oder beim Verzögern des Gabelstaplers 10 verwendet. Der Bestimmungswert  $V_a$  wird entsprechend dem Durchdrehungsverhältnis festgelegt.

$$\Delta V D = (V D - V D P) / V D$$

$$\Delta V D = (V D P - V D) / V D P$$

[0184] Wenn der Absolutwert der Drehzahl des Hinterrads 12 oder der Absolutwert der Bewegungsgeschwindigkeit des Hinterrads 12 einen vorbestimmten Bestimmungswert überschreitet, dann kann bestimmt werden, dass das Hinterrad 12 durchdreht.

[0185] Die Regenerativ-Betriebsweise kann gestartet werden, indem ein anderes Betätigungselement als der Beschleunigungshebel 23 betätigt wird. Es kann zum Beispiel ein Pedal verwendet werden.

[0186] Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen wird das Hinterrad 12 während der Regenerativ-Betriebsweise elektrisch gebremst. Jedoch kann das Hinterrad 12 durch eine Gegenstrombremsung elektrisch gebremst werden. Und zwar kann irgendein Bremsverfahren angewendet werden, solange der Motor 19 elektrisch gesteuert wird, um so ein Bremsmoment zu erzeugen.

[0187] Der Antriebsmotor 19 muss kein Wechselstrommotor sein, sondern er kann ein Gleichstrommotor sein.

[0188] Die Bremsen 16 müssen keine hydraulischen Trommelbremsen sein, sondern sie können hydraulische Scheibenbremsen sein. Außerdem müssen die Bremsen 16 nicht hydraulisch gesteuert sein, sondern sie können durch elektrische Aktuatoren angetrieben sein.

[0189] Die Vorderräder 11L, 11R müssen nicht immer Schleppräder sein. Zum Beispiel können die Vorderräder 11L, 11R je nach Bedarf durch Motoren angetrieben oder gebremst werden, wenn das Hinterrad 12 durchdreht.

[0190] Die vorliegende Erfindung kann auf andere Be-

triebsfahrzeuge als der Schubgabelstapler 10 angewendet werden. Die vorliegende Erfindung kann auf Betriebsfahrzeuge angewendet werden, bei denen die Vorderräder Antriebsräder sind und die Hinterräder Schleppräder sind.

[0191] Daher sollen die gegenwärtigen Beispiele und Ausführungsbeispiele einen darstellenden und keinen einschränkenden Charakter haben, und die Erfindung ist nicht auf die hierin gegebenen Einzelheiten beschränkt, sondern sie kann innerhalb des Umfangs und der Äquivalente der angehängten Ansprüche abgewandelt werden.

[0192] Ein Schubgabelstapler hat ein Hinterrad, das ein Antriebsrad ist, und Vorderräder, die Schleppräder sind. Das Hinterrad wird durch einen Motor angetrieben. Eine Steuervorrichtung berechnet ein Sollmoment des Motors entsprechend der Betätigungsgröße eines Beschleunigungshebels und steuert den Motor derart, dass der Motor das berechnete Sollmoment erzeugt. Die Steuervorrichtung berechnet einen Durchdrehungswert, der den Durchdrehungsgrad des Hinterrads darstellt, auf der Grundlage der Drehzahl des Hinterrads und der Drehzahl der Vorderräder. Wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts einen vorbestimmten Durchdrehungsbestimmungswert überschreitet, dann verringert die Steuervorrichtung das Sollmoment durch eine vorbestimmte Rate, um eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur auszuführen. Infolgedessen wird mit einem einfachen Aufbau das Durchdrehen des Hinterrads zuverlässig gestoppt.

#### Patentansprüche

1. Antriebssteuervorrichtung für ein elektrisches Betriebsfahrzeug mit einem Antriebsrad, das durch einen Motor angetrieben wird, wobei die Vorrichtung Folgendes aufweist:

ein Betätigungselement, das zum Einstellen des Moments des Motors betätigbar ist;  
eine Durchdrehungserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Durchdrehungswerts, der den Durchdrehungsgrad des Antriebsrads darstellt; und  
eine Einrichtung zum Steuern des Motors, wobei die Motorsteuereinrichtung ein Sollmoment des Motors entsprechend der Betätigungsgröße des Betätigungselements berechnet und den Motor derart steuert, dass der Motor das Sollmoment erzeugt, und die Vorrichtung ist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motorsteuereinrichtung das Sollmoment durch eine vorbestimmte Rate reduziert, um eine Durchdrehungsverhinderungsprozedur auszuführen, wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts einen vorbestimmten Durchdrehungsbestimmungswert überschreitet.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorsteuereinrichtung den Motor in einer Antriebs-Betriebsweise oder in einer Brems-Betriebsweise als Reaktion auf eine Betätigung des Betätigungselements betätigt, wobei die Motorsteuereinrichtung den Motor zum Erzeugen eines Antriebsmomentes steuert, um eine Antriebskraft auf das Antriebsrad aufzubringen, wenn der Motor in der Antriebs-Betriebsweise betätigt wird, und wobei die Motorsteuereinrichtung den Motor zum Erzeugen eines Bremsmomentes steuert, um eine Bremskraft auf das Antriebsrad aufzubringen, wenn der Motor in der Brems-Betriebsweise betätigt wird.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchdrehungsbestimmungswert so festgelegt ist, dass er einem Bereich des Durchdrehungswerts entspricht, in dem die Reibung zwischen dem Antriebsrad und der Fahrbahnoberfläche re-

lativ groß ist.

4. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorsteuereinrichtung den Durchdrehungsbestimmungswert bei geringer Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als bei großer Fahrzeuggeschwindigkeit festlegt. 5
5. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorsteuereinrichtung die Rate, durch die das Sollmoment verringert wird, so festlegt, dass der Absolutwert des Durchdrehungswerts um den Durchdrehungsbestimmungswert herum viermal oder häufiger pro Sekunde schwankt. 10
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsfahrzeug ein Schlepprad hat, wobei die Durchdrehungserfassungseinrichtung die Bewegungsgeschwindigkeit des Antriebsrads relativ zu der Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Drehzahl des Antriebsrads berechnet, und wobei sie die Bewegungsgeschwindigkeit des Schlepprads relativ zu der Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Drehzahl des Schlepprads berechnet, und wobei die Durchdrehungserfassungseinrichtung den Durchdrehungswert auf der Grundlage der Antriebsradbewegungsgeschwindigkeit und der Schleppradbewegungsgeschwindigkeit berechnet. 20
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Durchdrehungserfassungseinrichtung die Bewegungsgeschwindigkeit des Antriebsrads relativ zu der Fahrbahnoberfläche auf der Grundlage der Schleppradbewegungsgeschwindigkeit schätzt und die geschätzte Bewegungsgeschwindigkeit als eine umgewandelte Bewegungsgeschwindigkeit festlegt, und wobei die Durchdrehungserfassungseinrichtung einen Wert berechnet, der mit der Differenz zwischen der Antriebsradbewegungsgeschwindigkeit und der umgewandelten Bewegungsgeschwindigkeit in einer Wechselbeziehung steht, und den berechneten Wert als den Durchdrehungswert festlegt. 30
8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Zulassungseinrichtung, die eine Ausführung der Durchdrehungsverhinderungsprozedur durch die Motorsteuereinrichtung nur dann zulässt, wenn der Betriebszustand des Fahrzeugs eine vorbestimmte Zulassungsbedingung erfüllt. 40
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulassungseinrichtung die Ausführung der Durchdrehungsverhinderungsprozedur durch die Motorsteuereinrichtung nur in einer Periode zulässt, die dann beginnt, wenn der Absolutwert des Durchdrehungswerts einen vorbestimmten Zulassungsbestimmungswert überschreitet, der größer ist als der Durchdrehungsbestimmungswert, und die dann endet, wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen Haltebestimmungswert verringert, der annähernd Null beträgt. 50
10. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulassungseinrichtung die Ausführung der Durchdrehungsverhinderungsprozedur durch die Motorsteuereinrichtung unterbindet, wenn der Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung einen vorbestimmten Beschleunigungsbestimmungswert überschreitet. 55
11. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorsteuereinrichtung den Durchdrehungsbestimmungswert entsprechend dem Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung ändert. 60
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass die Motorsteuereinrichtung den Durchdrehungsbestimmungswert bei einem großen Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung größer als bei einem kleinen Absolutwert der Fahrzeugbeschleunigung festlegt.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, gekennzeichnet durch

eine Bremse zum Bremsen eines Schlepprads, das sich an dem Fahrzeug befindet; und

eine Bremssteuereinrichtung, wobei die Bremssteuereinrichtung die Bremse betätigt, wenn die Durchdrehungsverhinderungsprozedur bei der Brems-Betriebsweise ausgeführt wird.

14. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Fahrzeug ein zusätzliches Rad hat, und die Vorrichtung ist gekennzeichnet durch

eine Bremse zum Bremsen des zusätzlichen Rads; eine Bremssteuereinrichtung, wobei die Bremssteuereinrichtung die Bremse betätigt, wenn die Durchdrehungsverhinderungsprozedur infolge eines Bremsvorgangs des Antriebsrads ausgeführt wird.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremse eine Reibbremse ist.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die auf das zusätzliche Rad durch die Bremse aufgebrachte Bremskraft entsprechend der Fahrzeugverzögerung ändert.

17. Vorrichtung gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die Bremskraft der Bremse erhöht, wenn sich die Fahrzeugverzögerung verringert.

18. Vorrichtung gemäß Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die Bremskraft der Bremse stufenweise ändert.

19. Vorrichtung gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung jeder der verschiedenen Stufen der Bremskraft einen vorbestimmten Bereich der Fahrzeugverzögerung zuordnet, und wobei die Bremssteuereinrichtung die Bremskraft der Bremse derart einstellt, dass die Fahrzeugverzögerung innerhalb eines Bereiches ist, der der Bremskraft entspricht.

20. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung von einer Betätigung der Bremse an bis zum Verstreichen einer vorbestimmten Periode die Bremskraft der Bremse auf einen vorbestimmten Referenzwert ungeachtet von Änderungen der Fahrzeugverzögerung aufrechterhält.

21. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die Betätigung der Bremse unterbindet, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit beim Starten des Bremsvorgangs des Antriebsrads geringer ist als ein vorbestimmter geringer Geschwindigkeitsbestimmungswert.

22. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass, nachdem die Bremse einmal betätigt wurde, die Bremssteuereinrichtung die Betätigung der Bremse fortsetzt, bis sich die Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen vorbestimmten Haltebestimmungswert verringert, der annähernd Null beträgt.

23. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die Bremse betätigt, wenn die Brems-Betriebsweise dann ausgeführt wird, wenn die Durchdrehungserfassungseinrichtung den Durchdrehungswert nicht erfassen kann.

24. Vorrichtung gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchdrehungserfassungseinrichtung einen ersten Sensor zum Erfassen der Drehzahl des Antriebsrads und einen zweiten Sensor zum Erfassen der Drehzahl des Schlepprads hat, und wobei die Durchdrehungserfassungseinrichtung den Durchdrehungswert auf der Grundlage der Drehzahl des Antriebsrads und der Drehzahl des Schlepprads berechnet.

25. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremssteuereinrichtung die Bremse betätigt, wenn das Antriebsrad dann gebremst wird, wenn die Durchdrehungserfassungseinrichtung den Durchdrehungswert nicht erfassen kann.

---

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

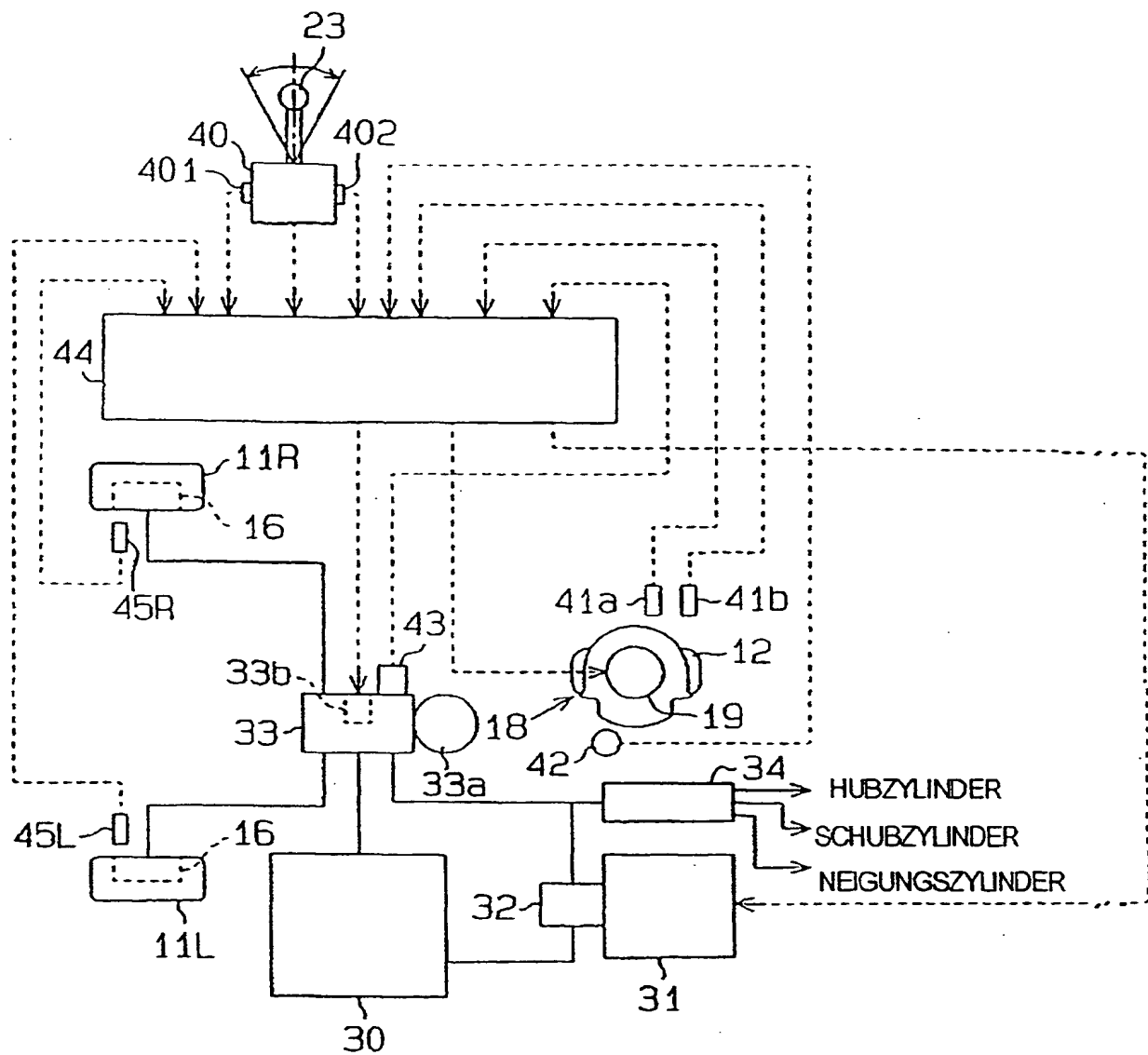
45

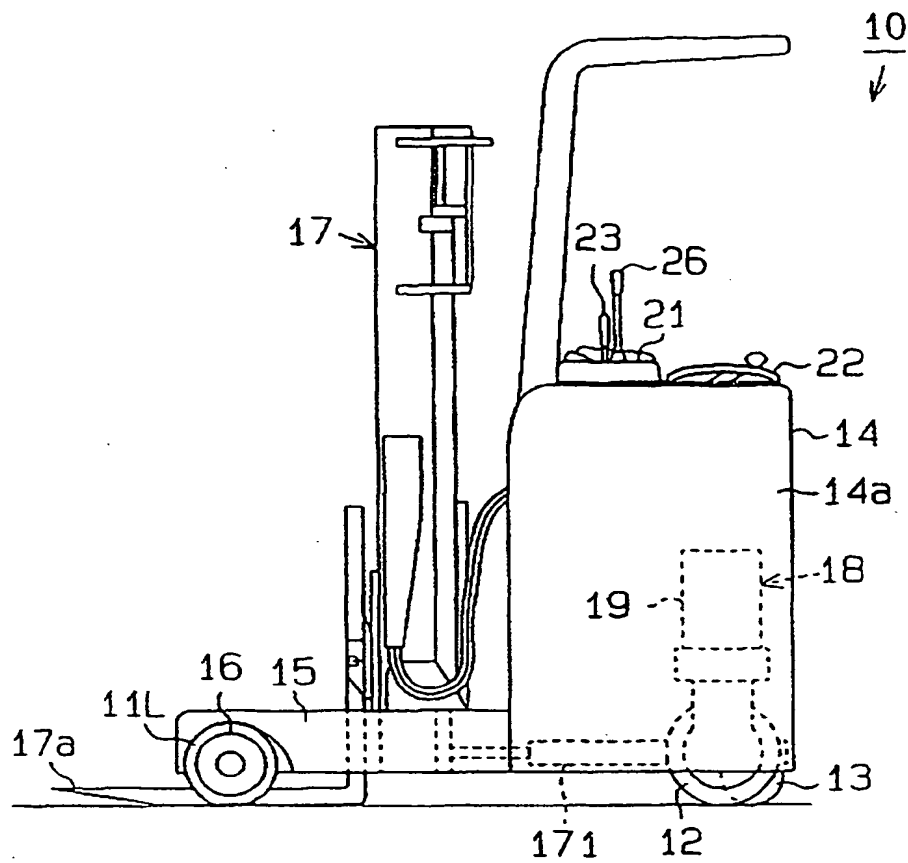
50

55

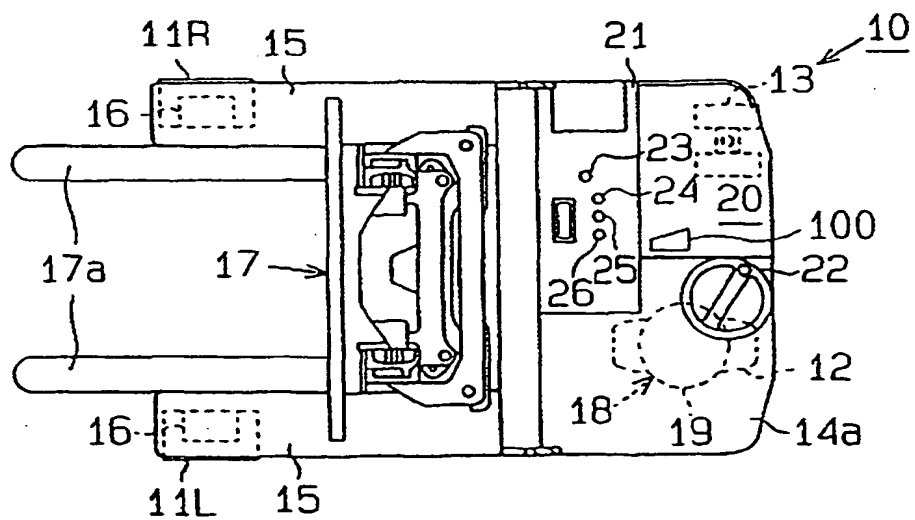
60

65

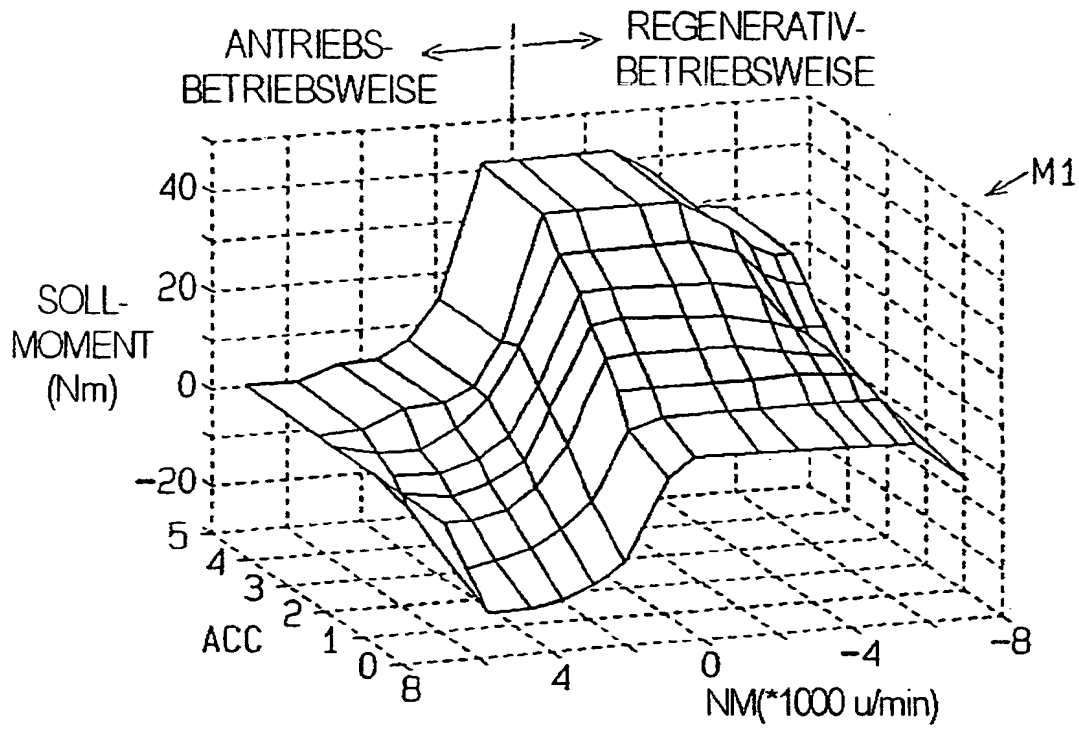




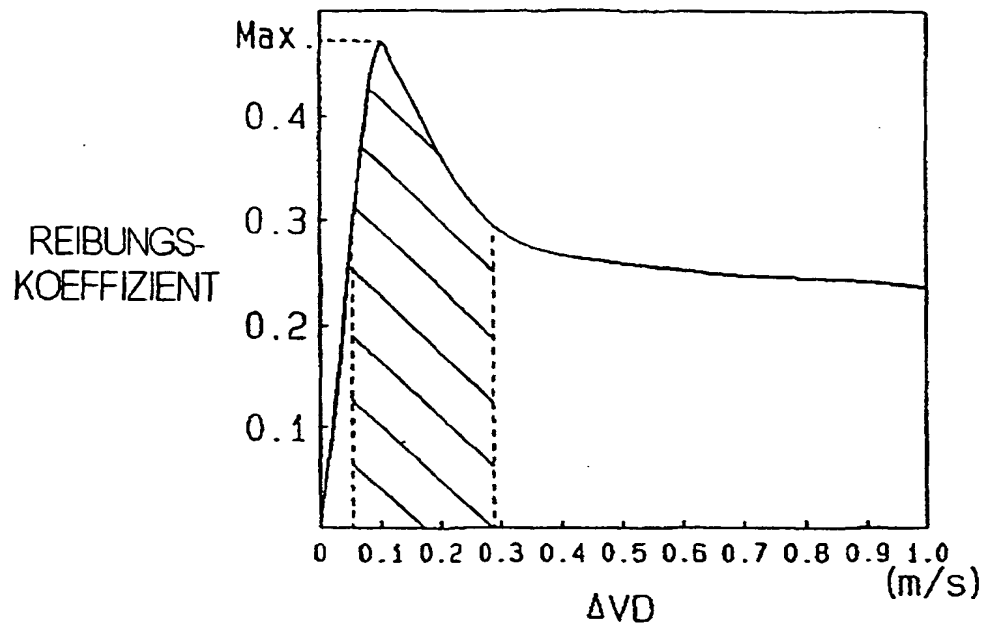
**Fig. 3**



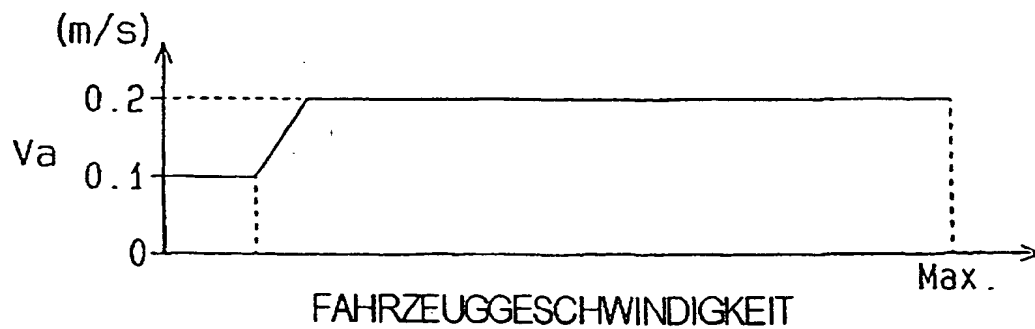
**Fig. 4**

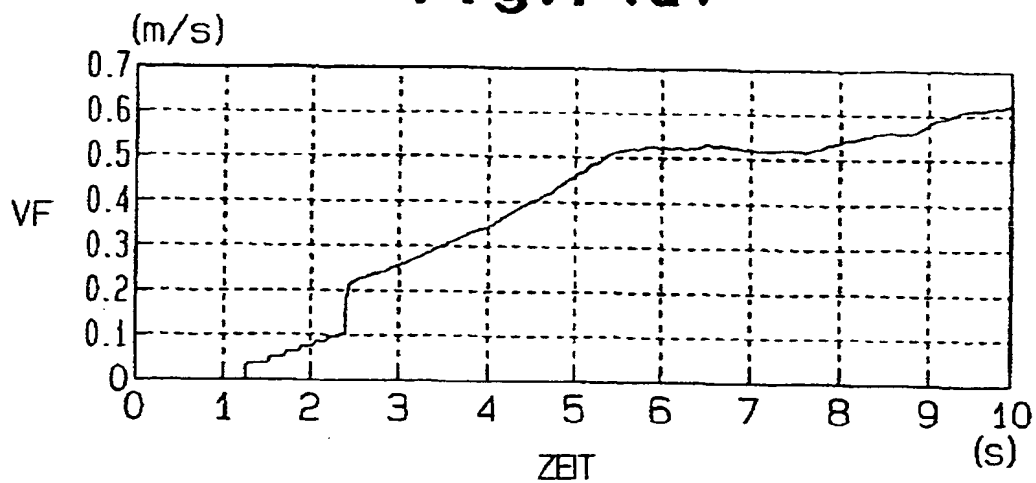
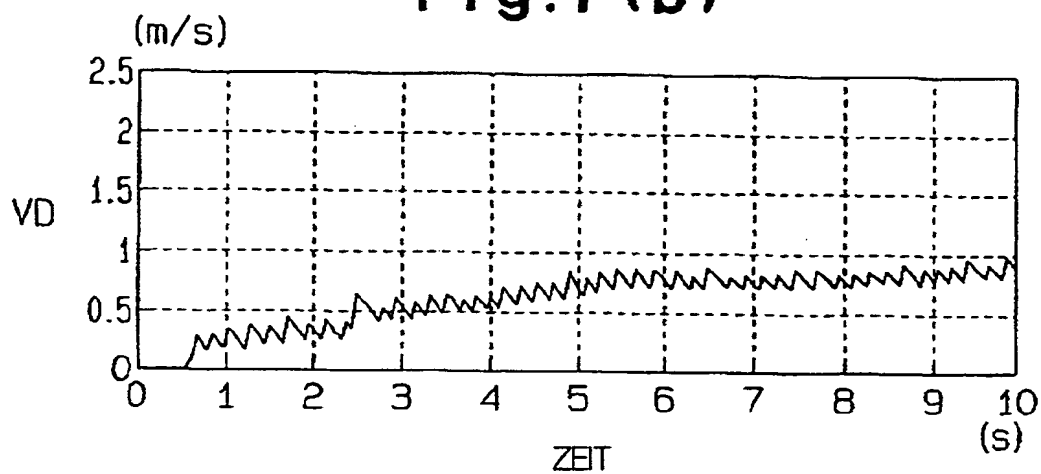
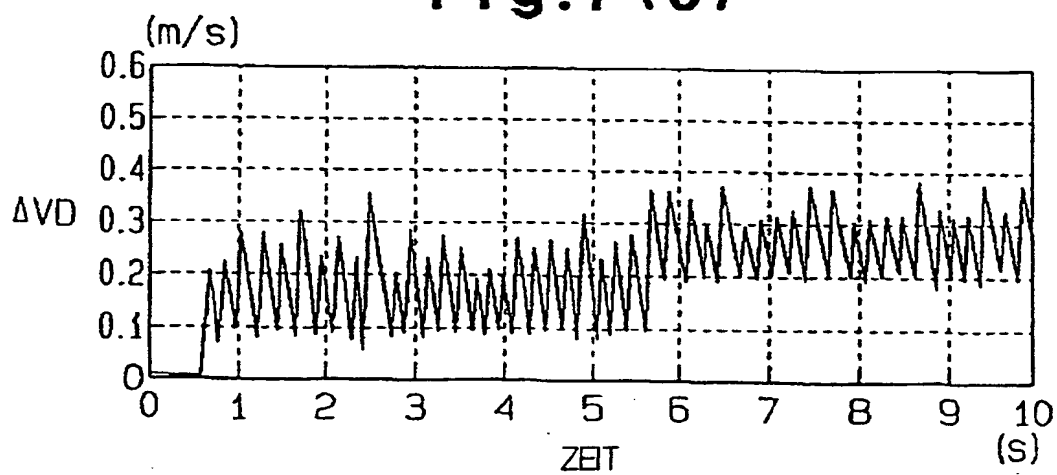


**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig.7 (a)****Fig.7 (b)****Fig.7 (c)**

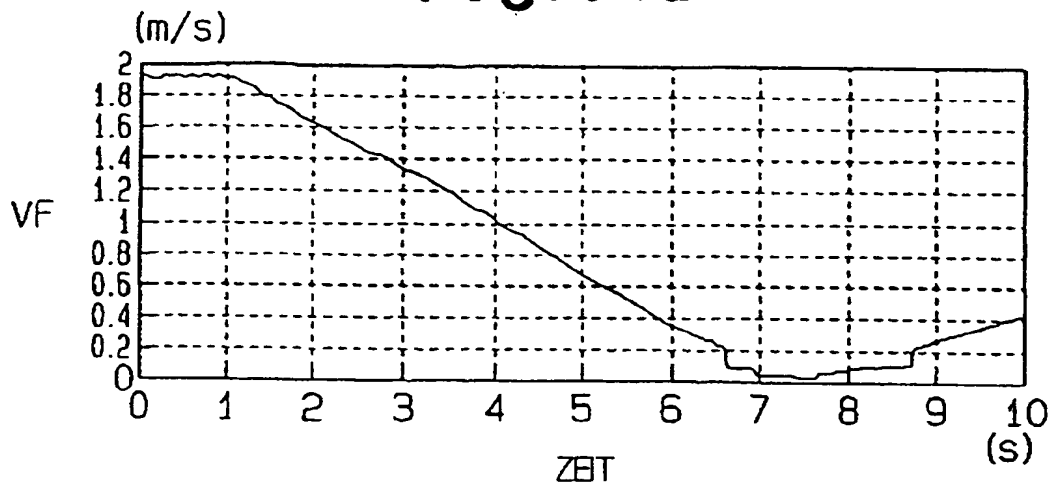
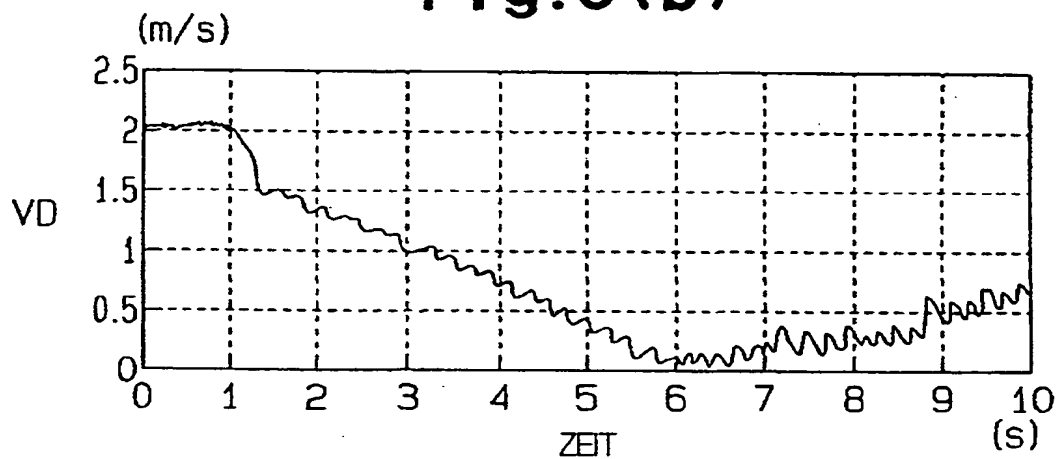
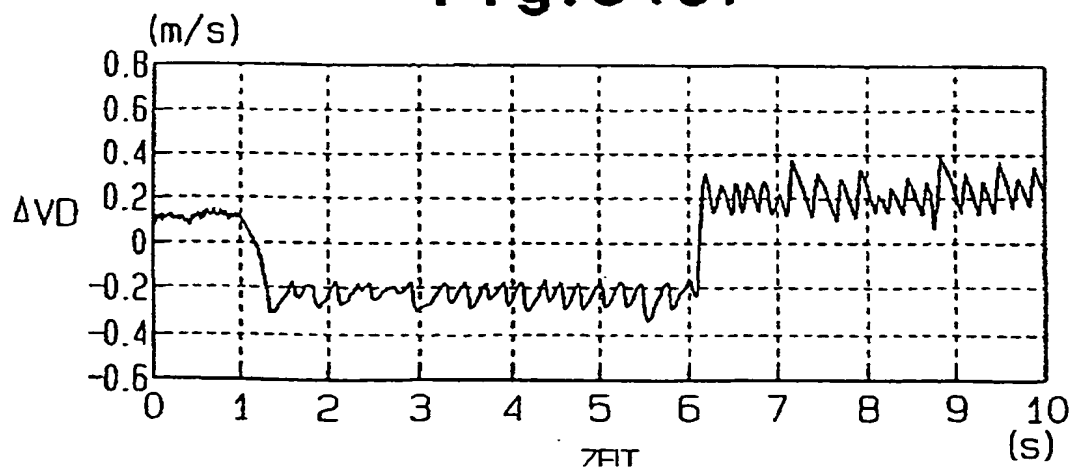
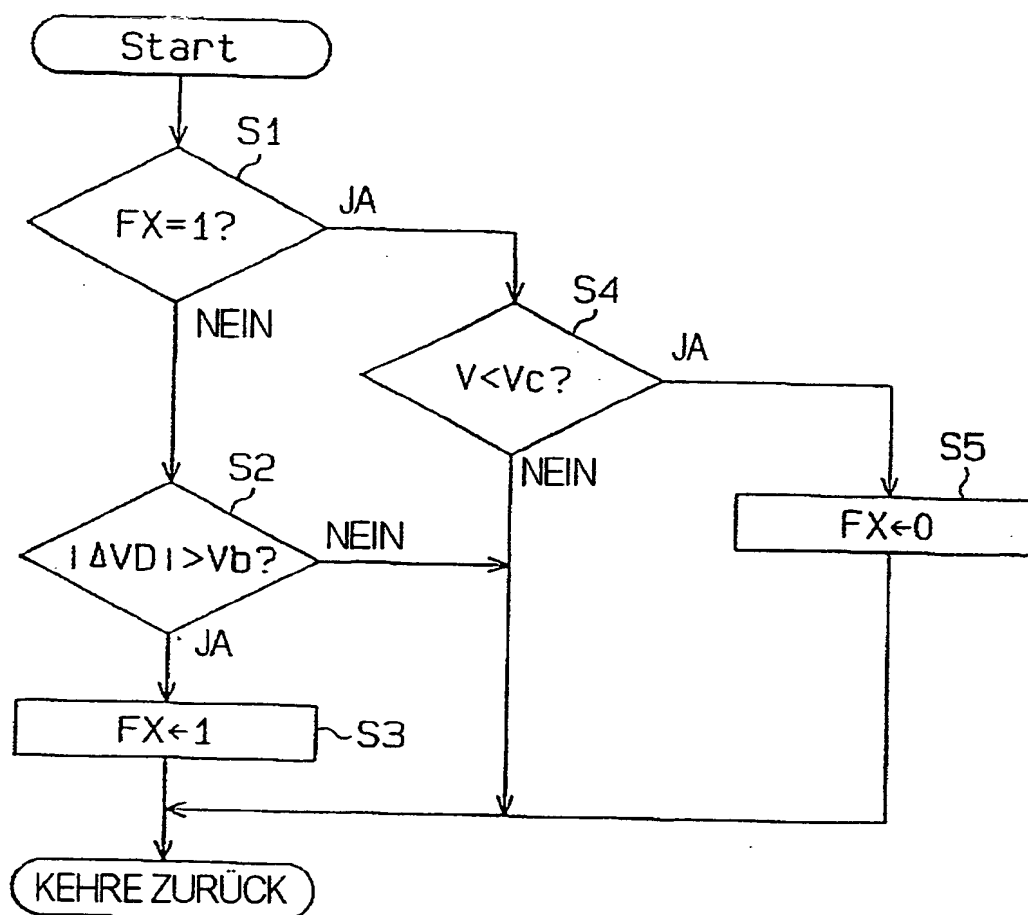
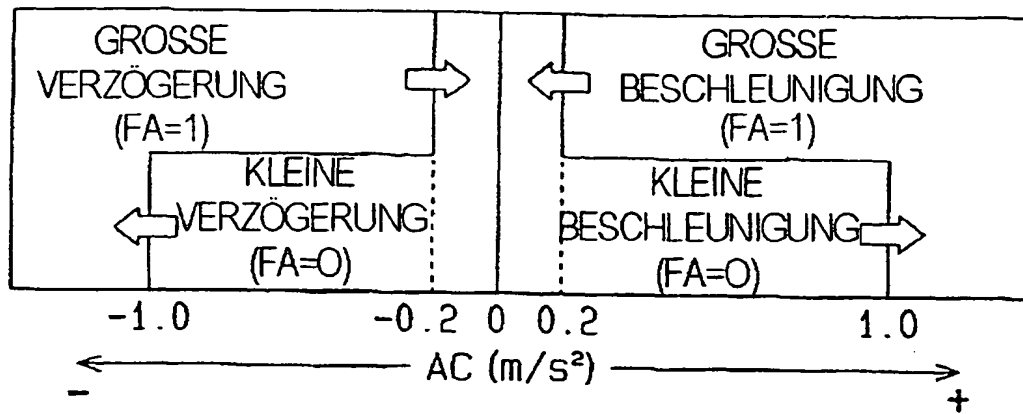
**Fig.8(a)****Fig.8(b)****Fig.8(c)**

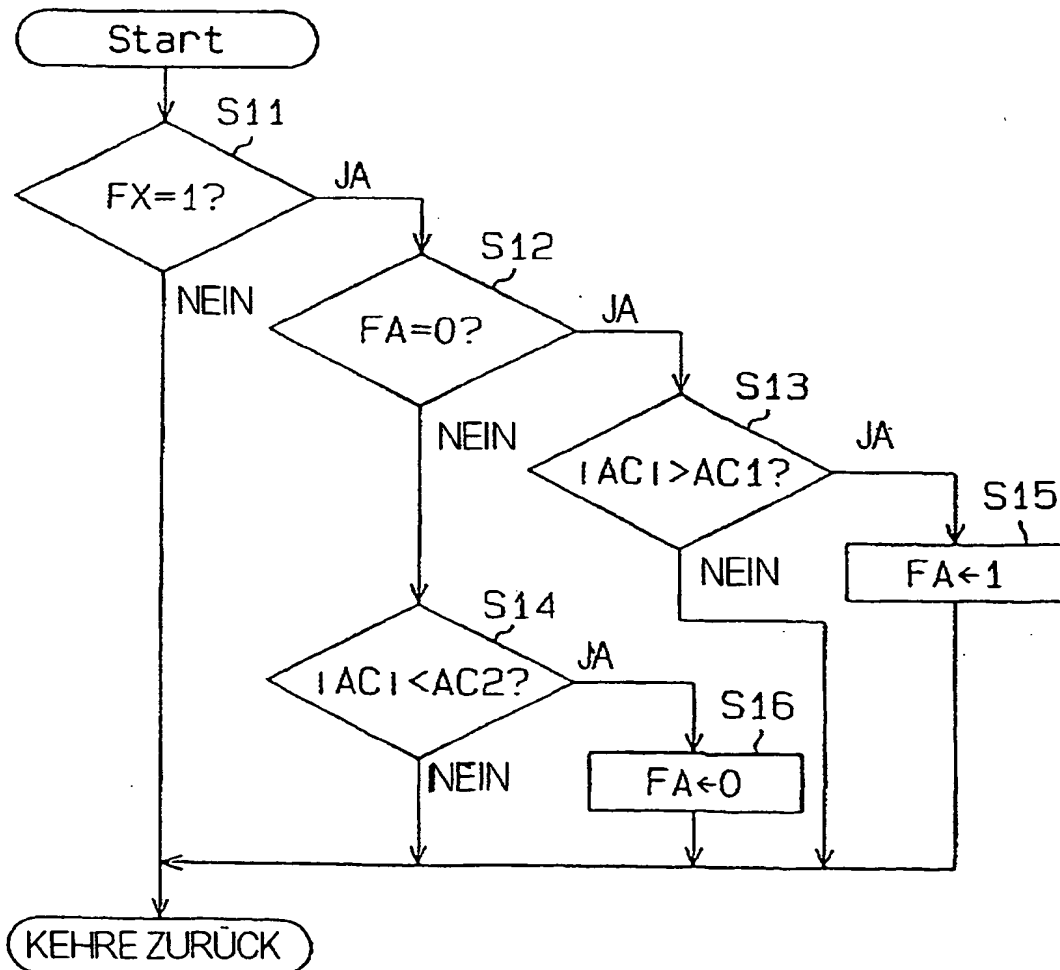
Fig. 9



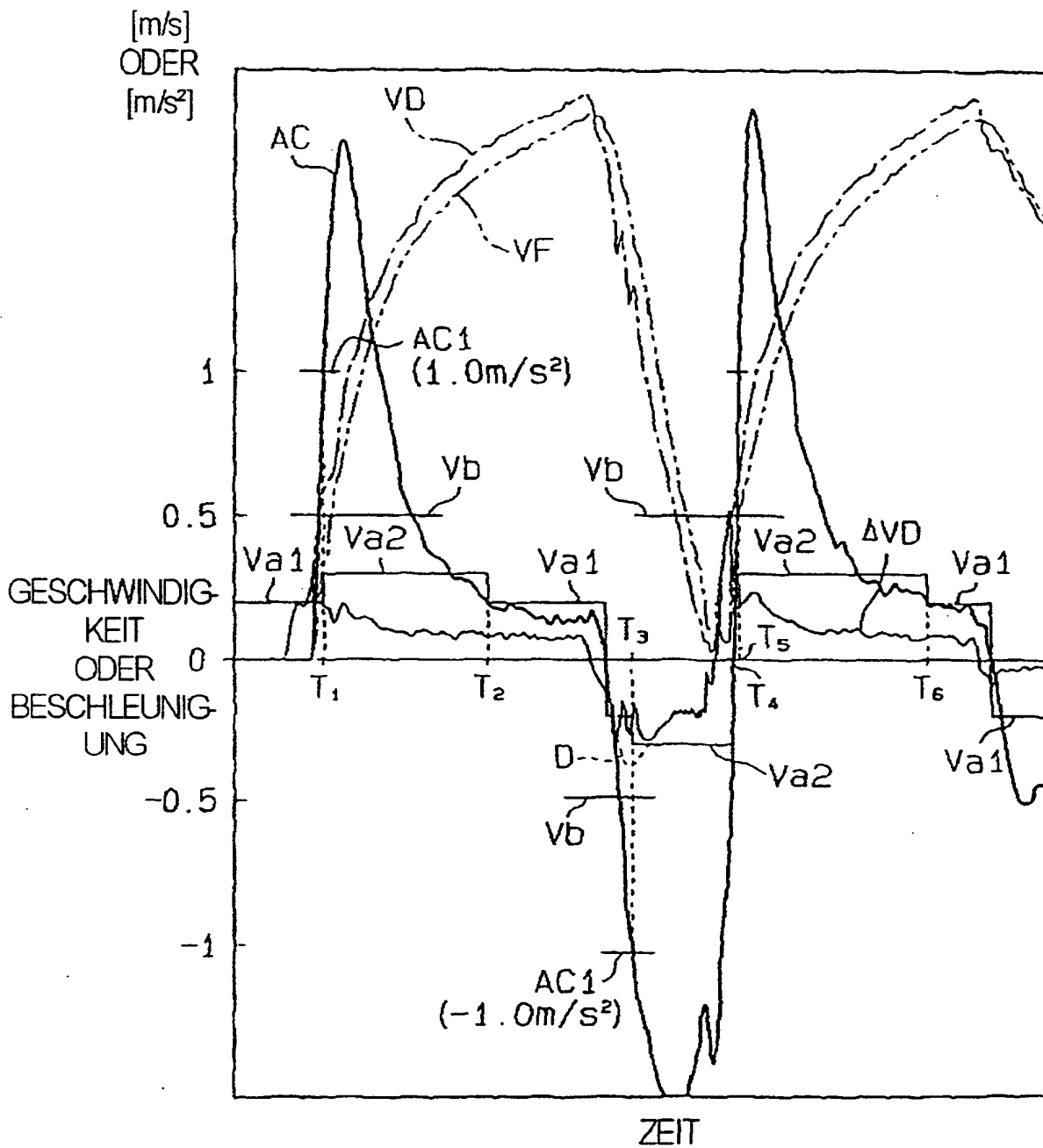
**Fig.10**



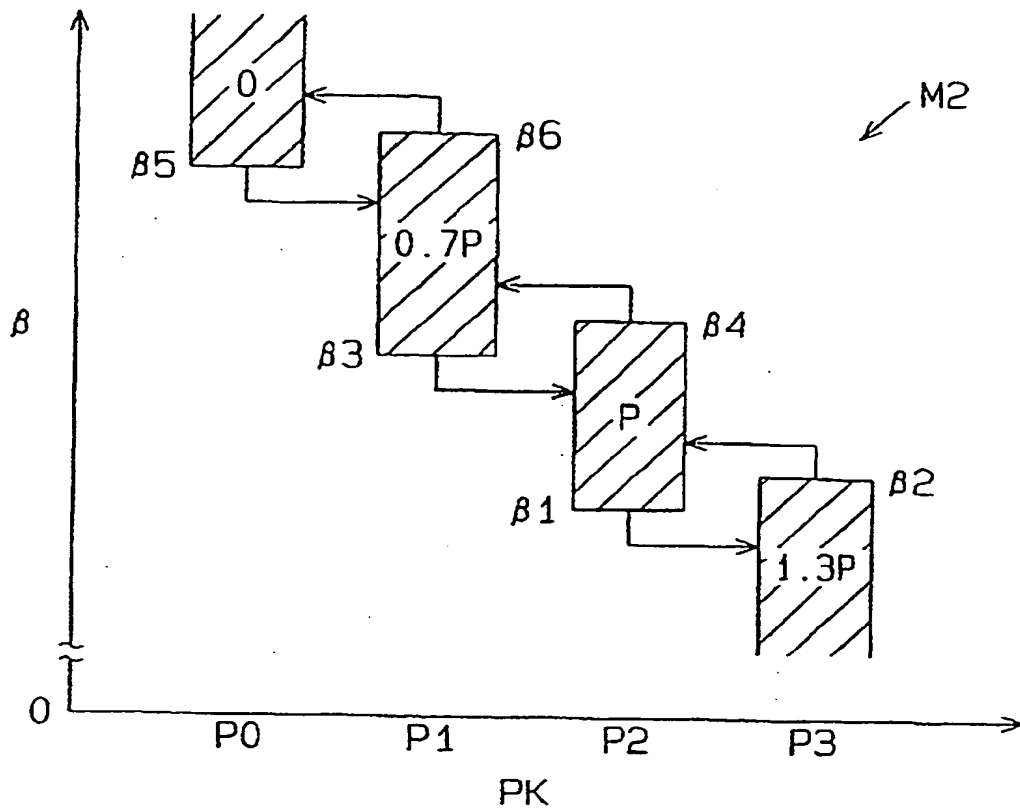
**Fig.11**



**Fig.12**



**Fig.13**



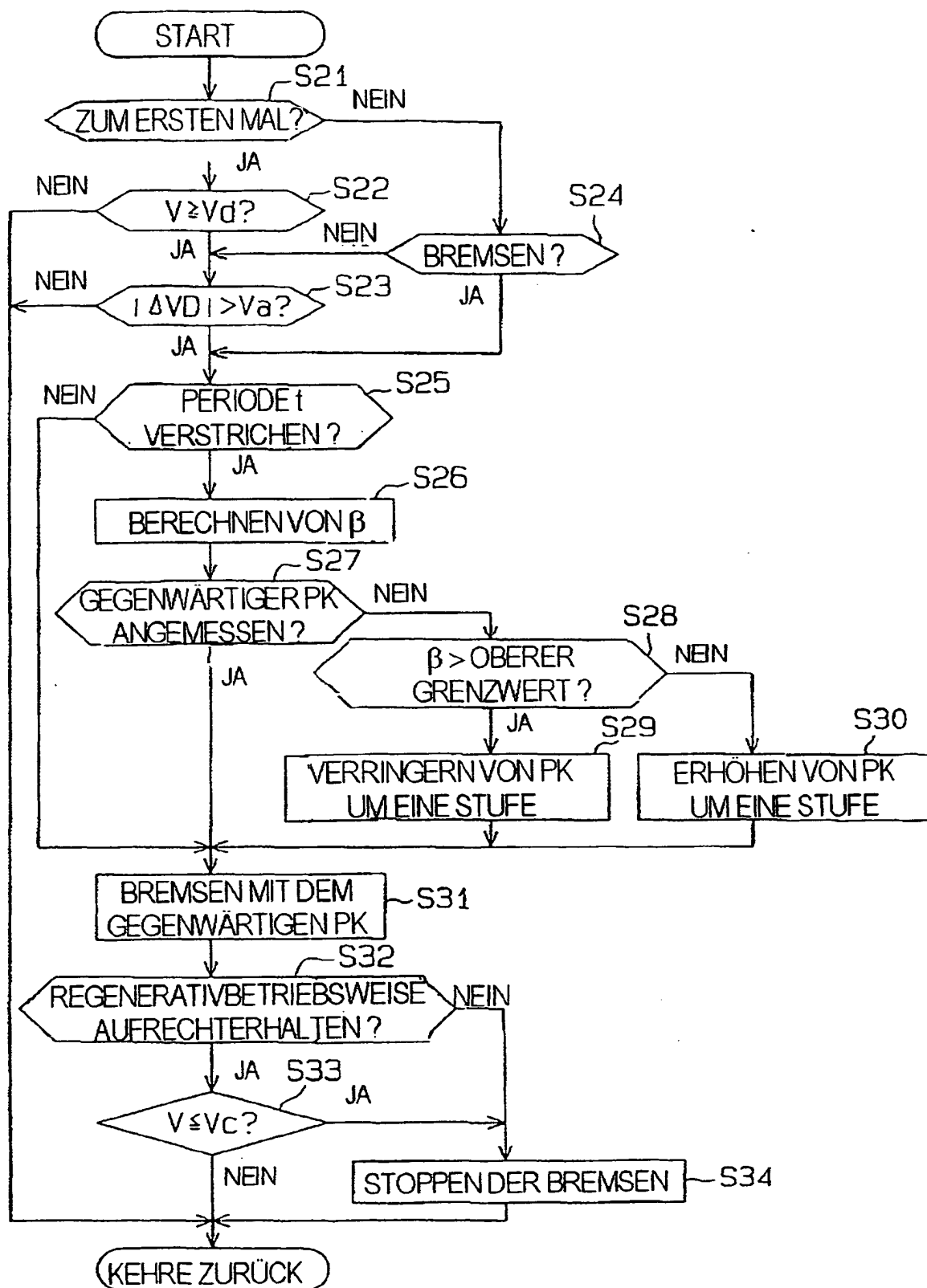
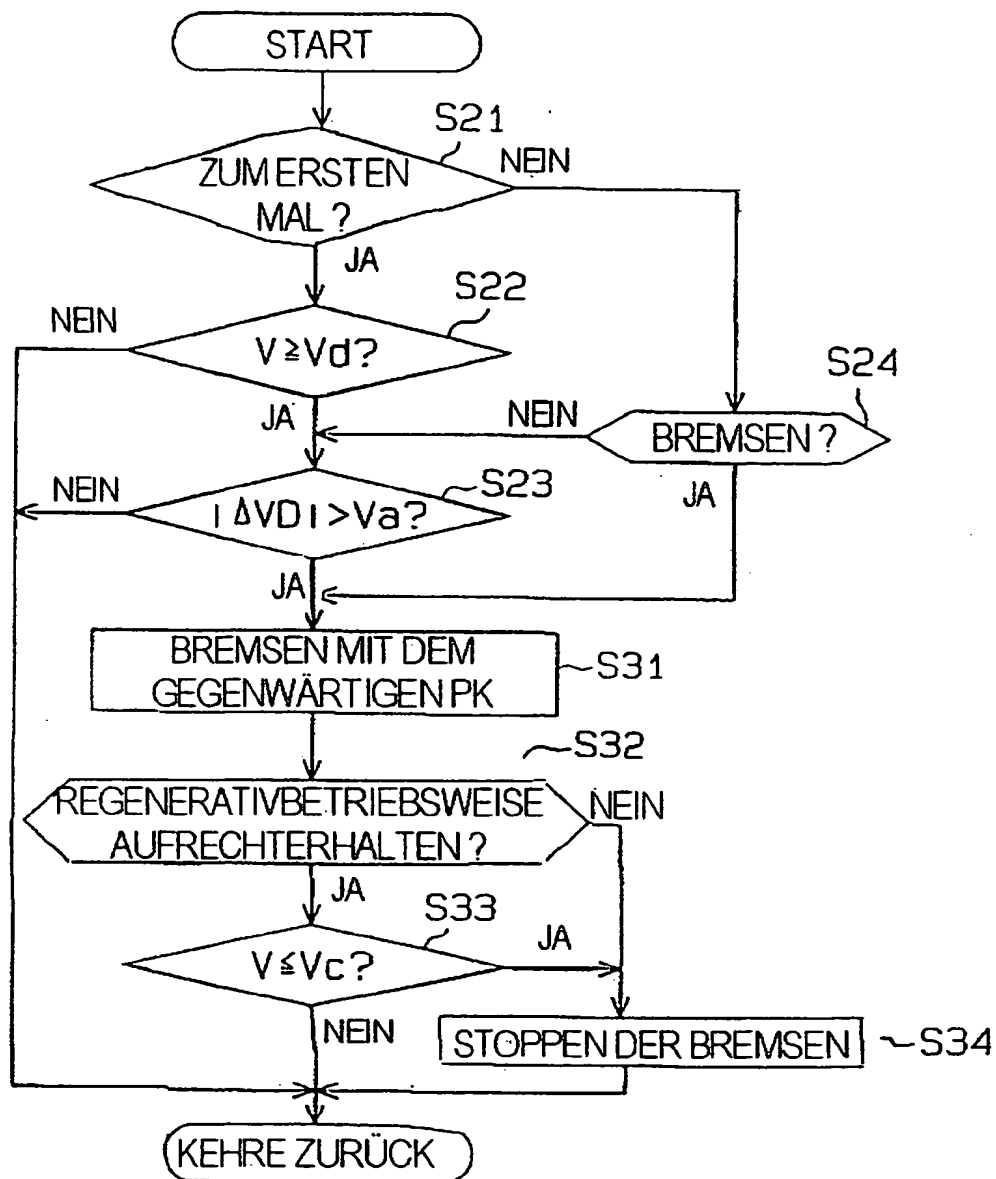
**Fig.14**

Fig.15



**Fig.16**